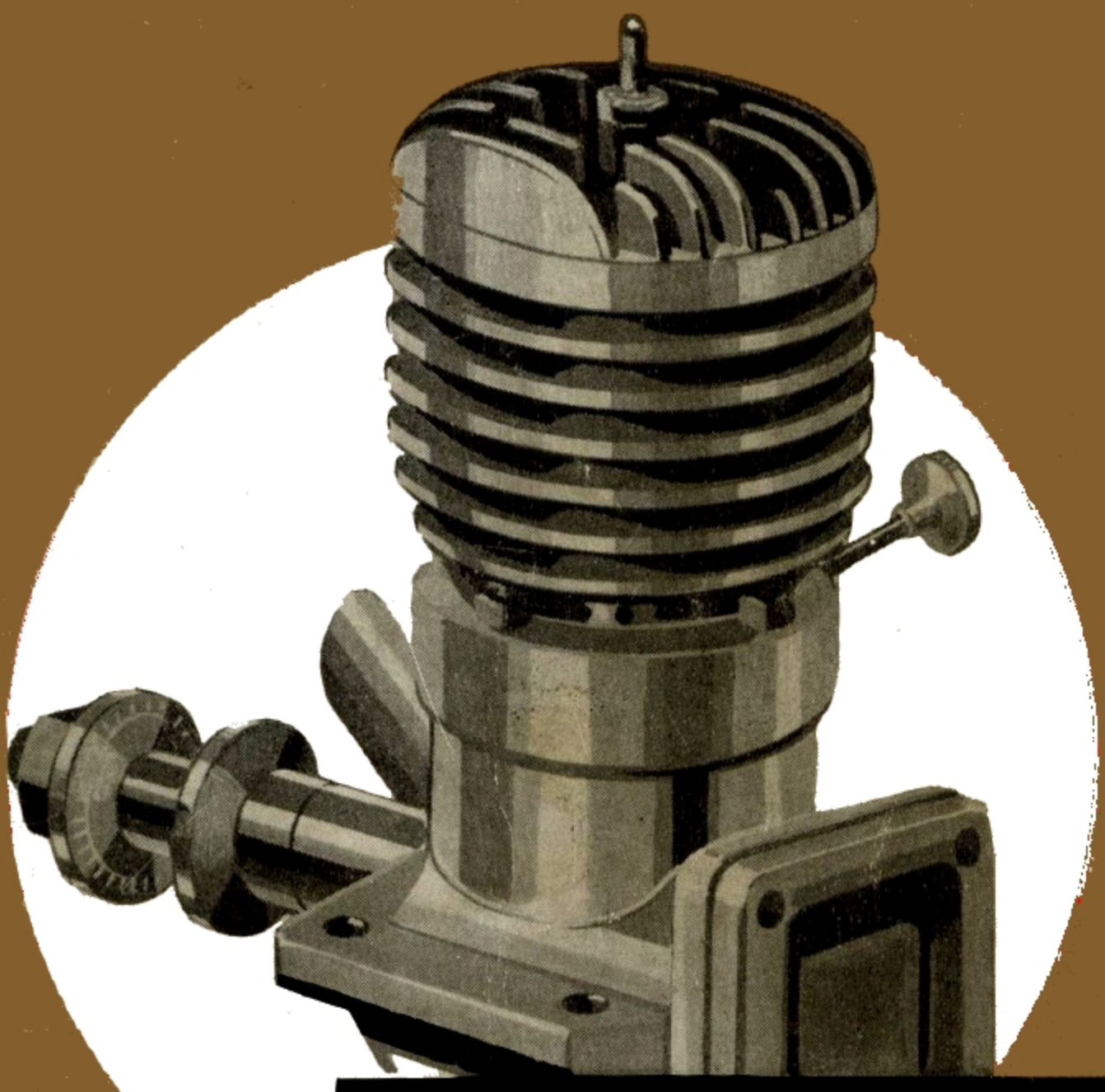
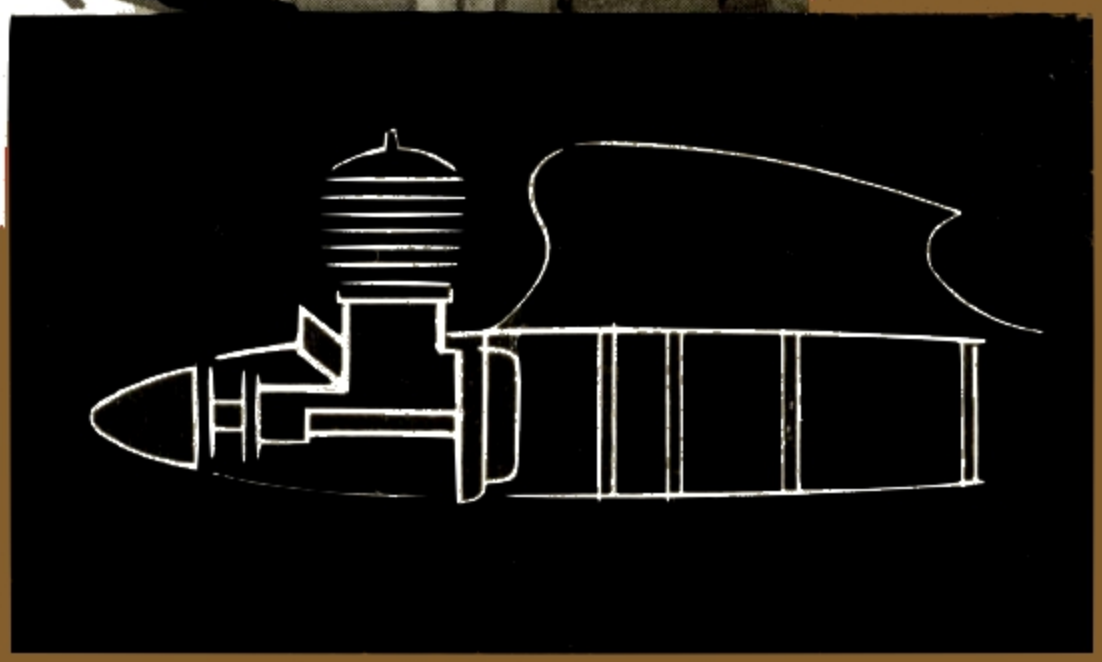
J. GUILLEMARD

MICROMOTEURS
POUR MODÈLES RÉDUITS





TECHNIQUE & VULGARISATION . PARIS

SCIENTIFIC FRANCE

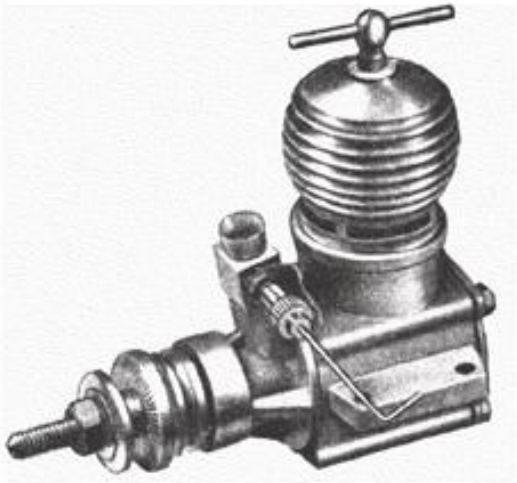
25, RUE DE MONS - **AVESNES** (NORD)

LE PLUS GRAND SPÉCIALISTE EN MODÈLE RÉDUIT AVIONS - BATEAUX

AGENT GÉNÉRAL

des MEILLEURES MARQUES de MOTEURS MONDIALEMENT RÉPUTÉES

MOTEURS ALLEMANDS : WEBRA
ITALIENS : SUPER TIGRE
ANGLAIS : ED - ALLEN MERCURY - ALLBON



MOTEUR WEBRA KOMET 2,5 cm³
plus puissant de sa catégorie et le moins cher.

TOUS NOS MOTEURS SONT VENDUS SOUS GARANTIE
PIÈCES DÉTACHÉES et RÉPARATIONS ASSURÉES

ÉGALEMENT EN STOCK UN CHOIX UNIQUE de BOITES de CONSTRUCTIONS PRÉFABRIQUÉES pour AVIONS et BATEAUX

TOUS LES POSTES et PIÈCES DÉTACHÉES de TÉLÉCOMMANDE E. D.
Relais sensibles - Relais polarisés - Sélecteurs à lames vibrantes, etc.

MATÉRIAUX et ACCESSOIRES

DEMANDEZ NOTRE CATALOGUE ILLUSTRÉ Réf. C
contre la somme de 250 frs

EXPÉDITION FRANCE et UNION FRANÇAISE

C. C. P. 851-48 LILLE
TÉLÉPHONE 158 -

SEUL UN SPÉCIALISTE

est capable de vous conseiller utilement et de vous fournir l'outillage ainsi que tous les éléments qui vous sont nécessaires pour

ANCIEN **LA CONSTRUCTION** MODERNE

BOIS **D'UNE MAQUETTE DE BATEAU** MÉTAL

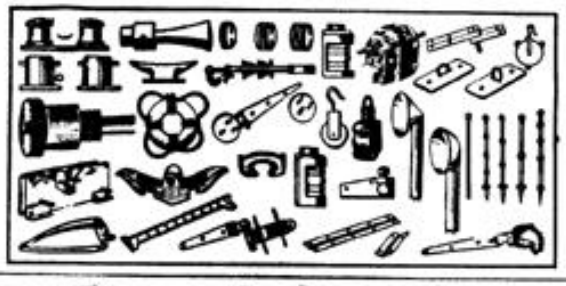
PLANS — BOITES DE CONSTRUCTION — MOTEURS A VAPEUR, A ESSENCE, A ETHER MOTEURS ELECTRIQUES — ACCUMULATEURS — DISPOSITIFS ET APPAREILS POUR TÉLÉCOMMANDE

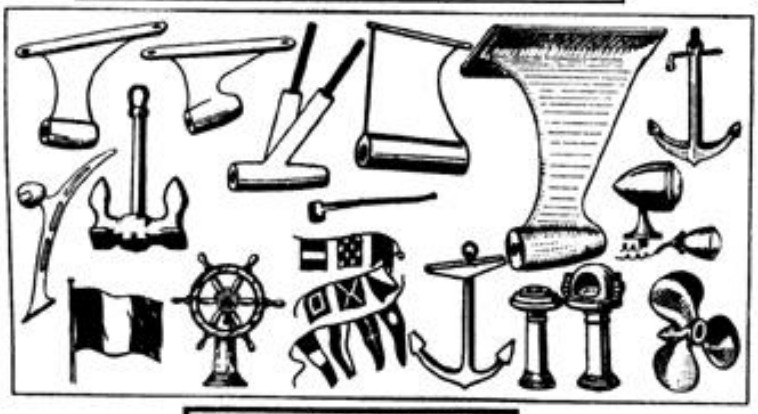
A VOTRE DISPOSITION : PLANS ET PIECES DETACHEES POUR LA CONSTRUCTION DE 10 MOTEURS DE 1,25 cm³ A 30 cm³

ainsi que sa propre production (unique en France) :

DE CUIVRERIE ET ACCASTILLAGE

ORNEMENTS — SCULPTURES — FIGURES DE PROUE — CANONS — CARONADES — POULIES BOIS — CABESTANS — ARBRES — HELICES ANCRES — BOUSSOLES — ROUES DE GOUVERNAIL — AGRÈS etc., etc.





DOCUMENTATION GÉNÉRALE

Avions, bateaux, autos, moteurs et petite mécanique, 160 pages, 900 figures **350**
FRANCO .....
Figurines de marine ancienne
Supplément 100

Maison fondée en 1929

R.STAB

Maison fondée en 1929

35, RUE DES PETITS-CHAMPS, PARIS (1er) Tél. : RICHELIEU 40.88

MICROMOTEURS
POUR
MODÈLES RÉDUITS

DU MÊME AUTEUR

CONSTRUCTION D'AÉROMODÈLES.

MICROMOTEURS
POUR
MODÈLES RÉDUITS

PAR

J. GUILLEMARD

Ancien Secrétaire de la Commission internationale
des Modèles réduits
de la Fédération Aéronautique Internationale

TECHNIQUE & VULGARISATION
5, RUE SOPHIE-GERMAIN - PARIS (14e)
1960

AVANT-PROPOS

Écrire un livre sur les moteurs à explosion, peut paraître un peu désuet, alors que les journaux, les revues, la radio, le cinéma n'ont de mots et d'images que pour les exploits des fusées avec leurs tonnes de poussée et leurs milliers de kilomètres/heure. Il est surprenant de trouver encore des amateurs pour ces petites mécaniques capricieuses, au ronflement rageur de gros frelons.

Les micromoteurs sont pour nous, et suivant la classification de la Fédération Aéronautique Internationale, tous les moteurs de moins de 10 cm³ de cylindrée. Ces derniers faisant maintenant figure de « gros » puisque un 0,3 cm³ est construit en série, offrant ainsi toute une gamme de puissance, aussi bien pour le racer de vitesse volant à plus de 250 km/h, que pour le modèle emportant un lourd équipement de radiocommande de plusieurs kilos... jusqu'aux maquettes de moins de 100 grammes. C'est que le moteur à explosion est encore la seule source d'énergie utilisable d'une façon courante et sans danger par tous.

Bien sûr nous n'ignorons pas les modèles de pulsoréacteurs, mais leur manipulation est délicate, la poussée brutale n'est pas sans risque, même en se limitant au vol circulaire.

Nous avons suivi l'évolution des fusées et le peu de succès obtenus malgré des essais « éclatants ».

Enfin les succès remportés par les JETEX qui sont relativement d'un emploi facile posent des problèmes très ardus de réalisation de cellules, d'où un emploi très limité. Aussi le moteur à explosion continue-t-il à être pratiquement le seul utilisable pour l'amateur, mais à condition de savoir s'en servir !

Et c'est là où commence le drame du micromoteur, car malgré son fonctionnement simple, les nombreux perfectionnements apportés par les constructeurs pour améliorer notamment le démarrage, il y a un tour de main à apprendre, pour savoir le lancer, connaître si le carburant arrive trop abondamment, sentir s'il faut augmenter la compression. C'est l'expérience et la pratique qui sont la meilleure école.

Aussi pour tous les micromotoristes isolés ou néophytes, nous avons essayé de leur faire faire connaissance avec cette mécanique réduite et de leur expliquer comment fonctionne le moteur, comment on l'alimente, avec quels ingrédients, comment on remédie aux maladies, sans s'encombrer de formules ou de théories trop techniques.

Nous espérons que ces pages permettront aux nouveaux possesseurs de micromoteurs de goûter la joie d'entendre le régulier ronron *de leur moteur, bien carburé, sur les terrains, autour des bassins ou des pistes.*

J. G.

Nous devons particulièrement remercier tous ceux qui nous ont aidé à réunir la documentation de ce livre : M. Gaston Barrault de A la Source des Inventions, *M. F. Stockmans de* Scientific *à Bruxelles, M. A. Pirovanni des* Moteurs Micron *et les archives modélistes d'*Aviation Magazine.

MICROMOTEURS POUR MODÈLES RÉDUITS

CHAPITRE PREMIER

PRINCIPE DES MOTEURS A COMBUSTION

Les moteurs de modèles réduits dits « à EXPLOSION » répondent aux principes généraux de tous les moteurs à combustion :

— une masse gazeuse, préalablement comprimée (combustible + air), brûle dans un temps très court, avec élévation de température et de pression, et, production de travail.

— la puissance développée est proportionnelle au produit de la pression moyenne sur le piston par le nombre de tours par minute.

Les moteurs à combustion peuvent se classer en deux types :

A. — Moteurs du cycle à 2 temps.

Ce sont des moteurs où toutes les opérations se font en une descente (1) et une montée (2) du piston, ou une rotation complète (fig. 1).

Généralement les moteurs de vélomoteurs ou de motos sont de ce type.

B. — Moteurs du cycle à 4 temps.

Ce sont des moteurs où toutes les opérations se font sur deux rotations, soit une descente, une montée, une descente et une remontée du piston (fig. 2).

La plupart des moteurs de voitures automobiles sont du cycle à quatre temps.

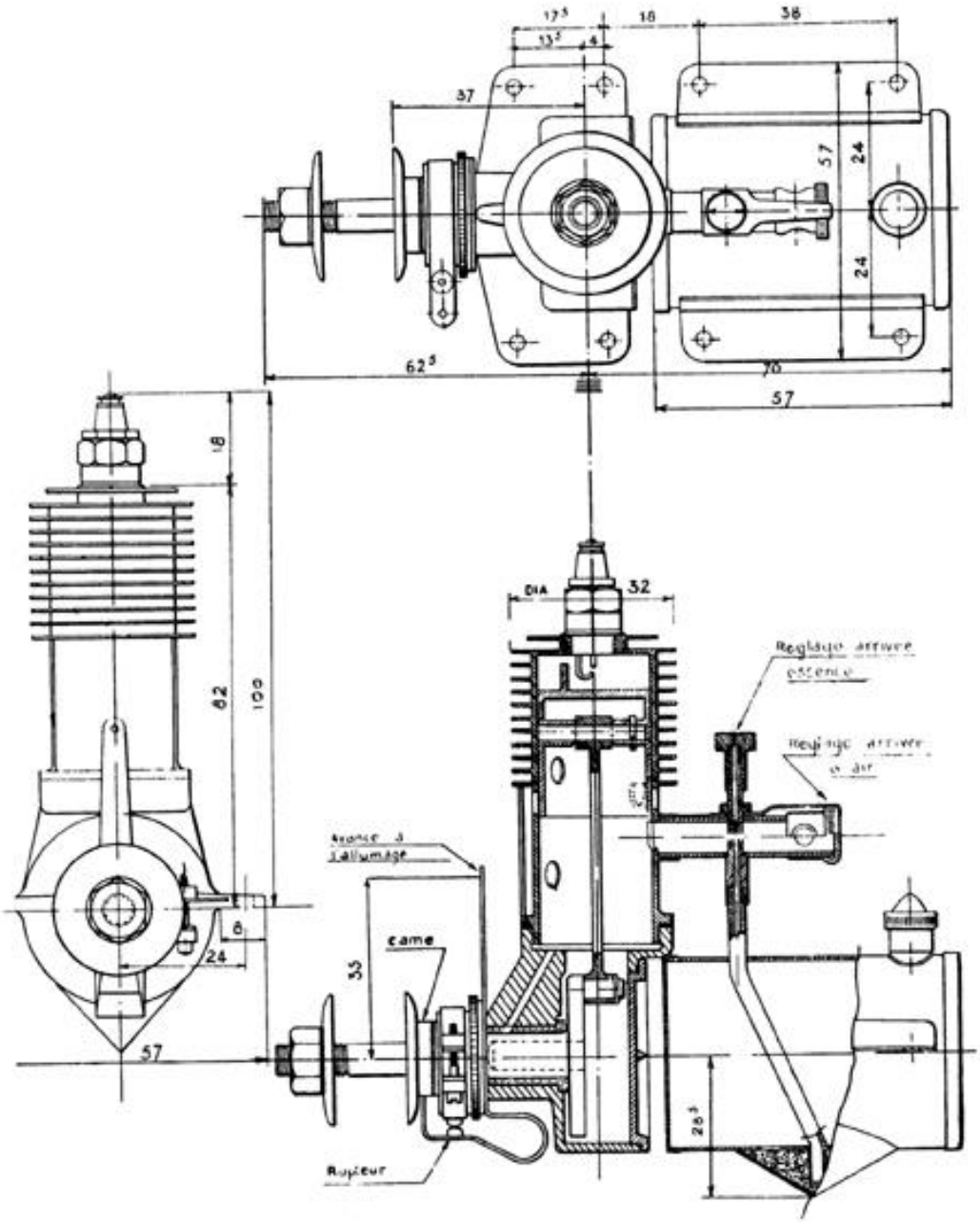


FIG. 1. — L'ancêtre de tous les moteurs commerciaux, le moteur américain « BROWN » Junior. 10 cm³. (D'après le Bulletin du « Modèle-Air-Club de France », n° 12.)

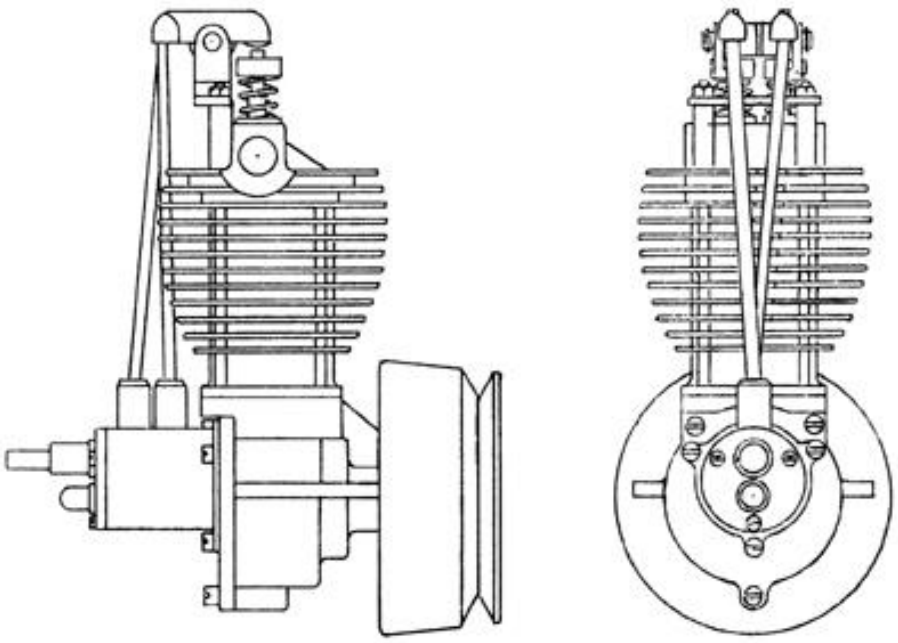


FIG. 2. — Un moteur à 4 temps.
On voit les commandes des soupapes d'admission et d'échappement.

Cylindrée ou déplacement.

C'est le volume déplacé par le piston pendant une course dans le cylindre.

La cylindrée indique *a priori* l'ordre de grandeur de la puissance du moteur.

La cylindrée V est donnée par la formule :

$$V = \frac{\pi \cdot a^2}{4} \times C$$

a = alésage du cylindre en mm
C = course du piston en mm
π = 3,1416.

Si a et C sont mesurés en millimètres pour avoir le volume en cm³ il faut diviser par 1 000 le volume en mm³

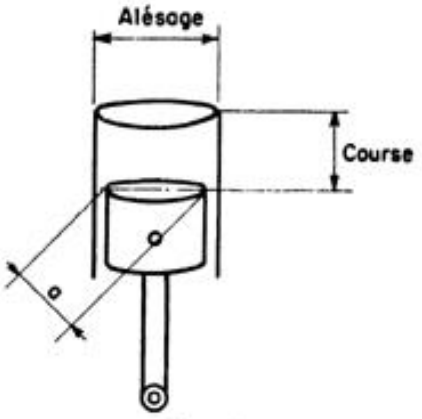


FIG. 3.
Calcul de la cylindrée d'un moteur.

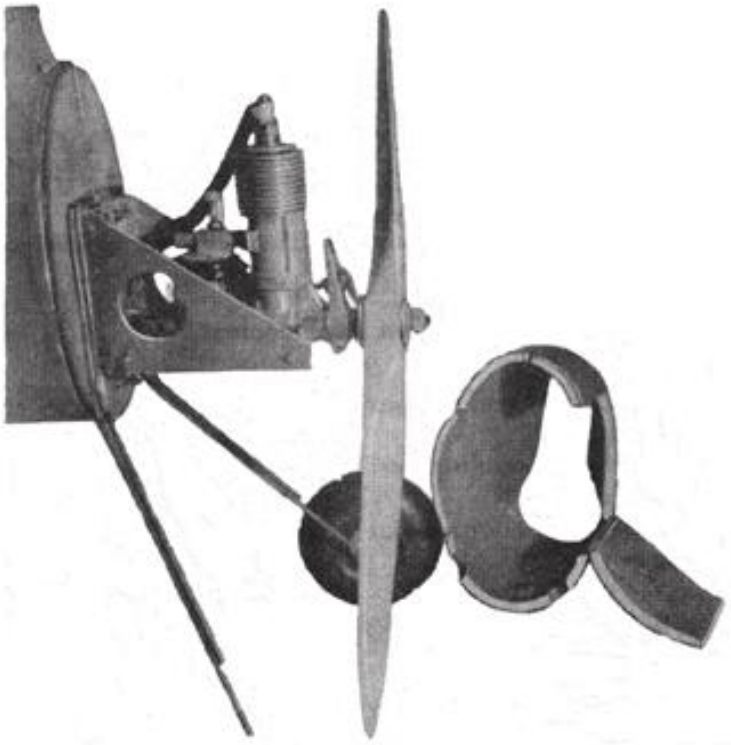
V en mm³ : 1 000 = V en cm³ (fig. 3).

a = l'alésage est le diamètre intérieur du cylindre ou, à peu de chose près, le diamètre du piston.

C = la course est le trajet effectué par le piston dans le cylindre pendant une montée ou une descente.

LE MOTEUR A ALLUMAGE PAR ÉTINCELLE OU MOTEUR A BOUGIE

Il est curieux de constater que ce sont les moteurs à allumage par étincelle qui se sont répandus les premiers dans le com-



Motomodèle LIFT. *Cliché J. G.*

Fig. 4. — Montage d'un moteur « BROWN » 10 cm³ à allumage par étincelle.

merce modéliste, alors qu'ils sont plus compliqués que les moteurs à *auto-allumage* (Diesel) ou *glow-plug* dont le principe était déjà connu et expérimenté en modèle réduit.

Nous laissons de côté les *4 temps*, peu employés en modèle réduit, pour étudier en détail le fonctionnement du *2 temps*, puisque c'est pratiquement le seul utilisé, tout au moins en « aéronautique » pour les cylindrées inférieures à 10 cm³ (fig. 4).

Le cycle complet des opérations du *2 temps* s'accomplit en un tour complet de l'axe du vilebrequin, soit deux courses du piston : une montée et une descente (fig. 5).

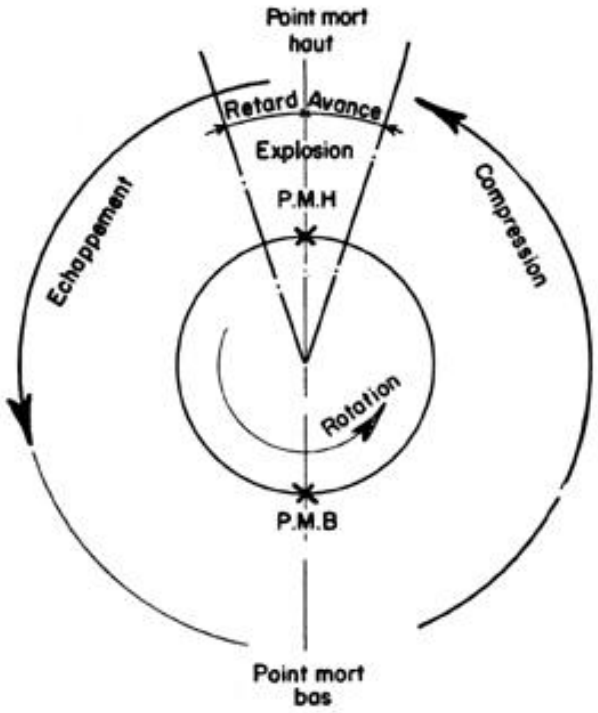


FIG. 5 — Cycle 2 temps pour une rotation du vilebrequin.

Puisque les opérations se chevauchent nous les décrirons plus clairement en les décomposant en 6 diagramme (fig. 6).

Prenons un moteur à l'arrêt :

Piston en bas de sa course : point mort bas : « P. M. B. », juste au moment où il commence sa montée.

C'est le croquis 1 de départ (fig. 6).

Le piston se déplace vers le haut à l'intérieur du cylindre. Ce déplacement crée une dépression ou une succion dans le carter.

A un certain point de la course montante du piston, le carter est mis en communication avec la pipe d'admission : (croquis 2 de la figure 6).

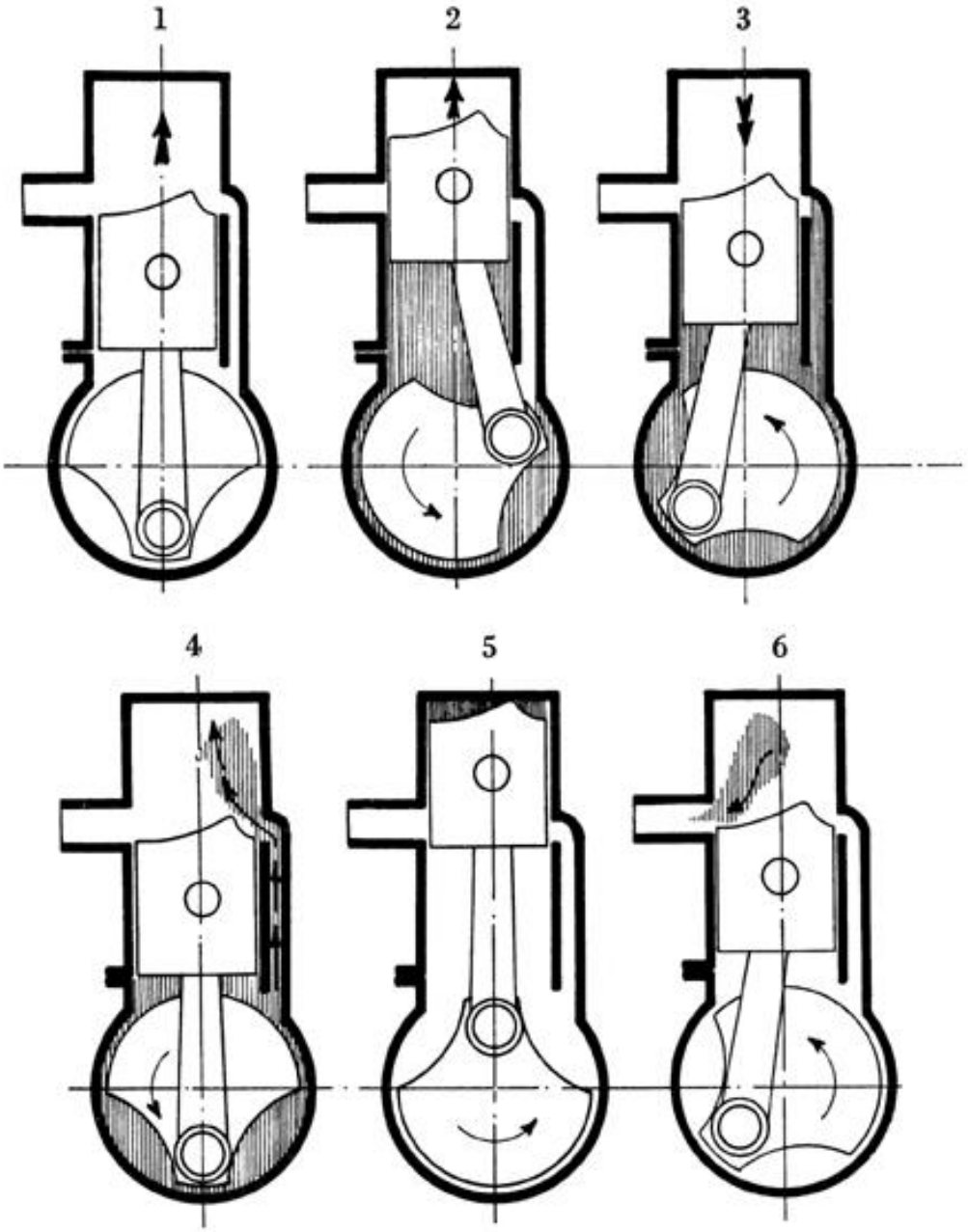


FIG. 6. — Différentes phases du cycle 2 temps.

1. Départ du cycle.
2. 1er temps aspiration dans le carter.
3. Précompression dans le carter.
4. Transfert des gaz.
5. Compression dans la chambre.
6. Echappement.

1° Soit que le piston découvre une lumière d'admission dans le cylindre (Moteur à 3 lumières) ;

2° Soit que la rotation du vilebrequin ouvre une valve valve rotative percée dans l'axe du vilebrequin lui-même ou valve découverte par un disque tournant ; voir description plus loin).

Puisque le carter est en dépression il y a appel d'air dans la pipe d'admission.

L'air, en passant sur le gicleur, vaporise un jet de carburant réglé d'après l'ouverture de la vis du pointeau.

Le jet de carburant se mélange à l'air et forme le « mélange de gaz » qui est aspiré dans le carter (Voir description du carburateur.)

Pendant cette opération le piston a continué son ascension dans le cylindre et est arrivé au sommet : le point mort haut « P. M. H. ».

Quand le piston descend, il ferme la lumière d'admission. Les gaz sont emprisonnés dans le carter. Le piston continuant sa course descendante comprime les gaz dans le carter. (Croquis 3.)

En arrivant presque au bas de sa descente le piston ouvre la lumière du canal de transfert qui met en communication le carter et le haut du cylindre. (Croquis 4.)

Les gaz comprimés s'échappent du carter, s'engagent dans le transfert et arrivent dans la chambre de combustion du cylindre.

Le piston, en remontant, enferme les gaz dans la chambre et les comprime. (Croquis 5.)

Cette opération se combine avec la phase 1 : la lumière d'admission s'ouvre de nouveau pour laisser entrer une nouvelle quantité de gaz frais.

A ce stade — commun à tous les 2 *temps* — on a dans la chambre de combustion, une charge de gaz comprimé et une nouvelle charge de gaz frais qui pénètre dans le carter, prête à continuer le cycle.

C'est ici qu'intervient le mode d'allumage.

A ce moment, le rupteur ferme le circuit d'allumage : les deux vis platinées sont mises en contact.

Le piston continue sa course ascendante, quand, brusquement, la came du rupteur ouvre le circuit en écartant les contacts. Cette coupure brutale du circuit basse-tension provoque un contre-courant de haut voltage dans le circuit « haute tension » sur lequel est branchée la « bougie » où une étincelle jaillit entre les pointes de ses électrodes. (Voir Chapitre « *Rupteur et Circuit Électrique* ».)

L'étincelle enflamme le mélange de gaz comprimé dans la chambre de combustion.

La combustion s'accompagne d'une élévation de température et d'*une élévation de pression*, pression qui agit sur le piston et le chasse vers le bas.

Le moment précis où l'étincelle jaillit aux électrodes est très important : si l'étincelle se produit trop tôt dans la remontée du piston, la pression dégagée par la combustion va freiner et même empêcher la poursuite de la course ascendante, en repoussant le piston vers le bas et en inversant le sens de rotation. C'est le fameux « retour » : la manivelle qui nous tord le bras... ou l'hélice qui nous tape sur le doigt au moment du démarrage. L'allumage s'est produit trop tôt. Il y a trop d'avance.

Dans le cas contraire, l'étincelle se produit après le point mort haut : le piston commence déjà sa descente, la combustion exerce sa pression en partie en pure perte et ne fournit pas tout le travail dont elle est capable : il n'y a pas élévation de la vitesse de rotation. Il y a perte de puissance. On dit qu'il y a retard à l'allumage.

Après la combustion du mélange provoquée par l'étincelle, le piston, en descendant, découvre la lumière d'échappement dans le cylindre. Ces gaz brûlés, en partie détendus, s'échappent à l'extérieur. (Croquis 6.)

Le cycle est terminé pour cette ration de gaz.

Cette dernière opération se combine avec l'ouverture du transfert qui admet à l'intérieur du haut du cylindre les gaz frais précédemment comprimés dans le carter.

Avec un dessin approprié des lumières et de la tête du piston, une très faible quantité de gaz frais s'échappe directement vers l'extérieur. La majeure partie des gaz est « aspirée » dans la chambre de combustion pour remplacer les gaz brûlés échappés.

Pour obtenir une meilleure direction des gaz frais, on trouve dans certains types de moteurs — principalement ceux à trois lumières — un déflecteur sur le dessus du piston ; ce déflecteur d'une forme appropriée dirige les gaz vers le haut pour éviter leur sortie directement vers l'échappement.

Mais dans les distributions des moteurs modernes, il n'y a plus de déflecteurs, et c'est pourquoi dans le paragraphe précédent nous avons employé le terme « aspiré ».

Dans le cas du moteur étudié, le cycle se continue tant que le mélange « air-carburant » reste dans des proportions correctes et tant que l'étincelle se produit au moment voulu de la course du piston.

Quand un cycle se termine un nouveau cycle est déjà commencé.

Lorsque le cycle est terminé, le piston est au point mort bas. Pour que le vilebrequin passe ce point, il faut l'inertie, soit d'un volant, soit d'une hélice qui lui permette de continuer la rotation et de remonter le piston, afin que celui-ci soit de nouveau chassé vers le bas par la combustion d'une nouvelle masse de gaz.

Les moteurs à allumage par étincelle utilisent de l'essence (essence extraite du pétrole), *essence tourisme.*

Pour les moteurs à taux de compression normal (6) utiliser de l'essence minérale pure (80 octanes) mélangée à de l'huile minérale fluide, S. A. E. 40.

Pour les taux de compression élevés, l'alcool est utilisable (méthanol) avec le lubrifiant à l'huile de ricin Également les mélanges ternaires Essence-Benzol-Acool (*N'essayer les supercarburants qu'après avoir fait l'apprentissage avec de l'essence normale.*)

Nous verrons plus en détail les sources d'allumage au Chapitre V : *Piles, Accumulateurs et Bobines.*

LES MOTEURS A AUTO-ALLUMAGE PAR COMPRESSION DITS « DIESEL »

Extérieurement ce qui différencie un moteur à auto-allumage par compression d'un moteur à allumage par étincelle, c'est la présence sur la culasse d'une vis de réglage, qui agit sur le fond du cylindre (fig. 7) ; suivant la position de cette vis, le volume de la chambre de compression varie. Le fond de cette chambre est généralement constitué par un contre-piston qui ferme aussi le fond du cylindre. Sauf dans le cas du moteur Micron 5 qui n'a pas de compression variable (fig. 8).

Lorsqu'on visse, le contre-piston descend et diminue le volume de la chambre, il augmente le taux de compression des gaz dans la chambre de combustion quand le piston est au point mort haut.

En dévissant on permet au contre-piston de remonter et d'augmenter le volume de la chambre, donc de diminuer le taux de compression.

La remontée du contre-piston est automatiquement assurée par l'élévation de pression au point mort haut.

Le taux de compression influence beaucoup les performances des moteurs à auto-allumage « Diesel » et il doit être modifié pour chaque carburant utilisé.

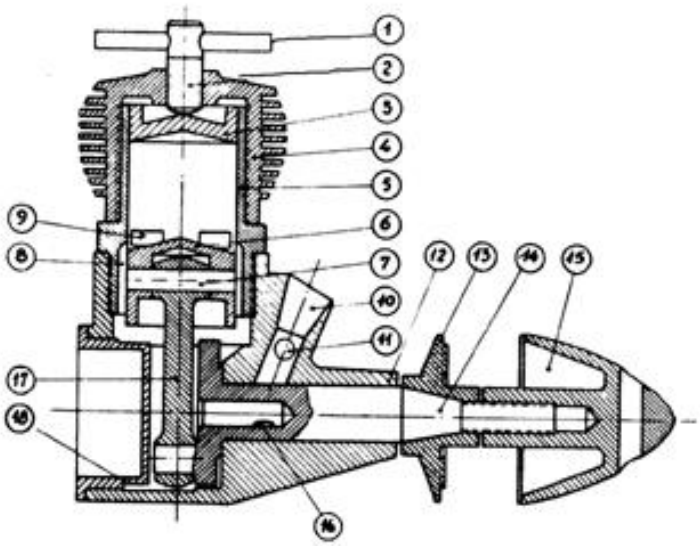


FIG. 7.

Moteur à auto-allumage à compression variable. Type Diesel.

1. Barrette de manœuvre de la compression.
2. Vis de compression.
3. Contre-piston.
4. Culasse.
5. Chemise.
6. Piston.
8. Canal de transfert.
9. Lumières d'échappement.
10. Pipe d'admission.
11. Gicleur.
12. Carter.
13. Rondelle de butée.
14. Axe de vilebrequin.
15. Cône vissé remplaçant l'écrou.
16. Lumière d'admission dans le vilebrequin.
17. Bielle.
18. Bouchon de carter.

Si nous prenons les gaz au moment du croquis 5 de la figure 6, le mélange gazeux est comprimé dans la chambre par la remontée du piston, le volume diminue, en même temps la pression augmente et la température s'élève considérablement (phénomène que vous observez en gonflant une chambre à air avec une pompe ; le corps de la pompe s'échauffe).

Si le carburant utilisé a un point d'inflammabilité bas, en rapport avec la température atteinte, elle sera suffisante pour enflammer le mélange de gaz à un moment précis de la course.

Pour contrôler efficacement ce point d'allumage on a deux façons d'agir.

1° Sur la composition du carburant : mélange proportionné.

2° Sur le taux de compression, variation du volume de la chambre de combustion, qui fait varier le point où la température est atteinte pour une pression donnée.

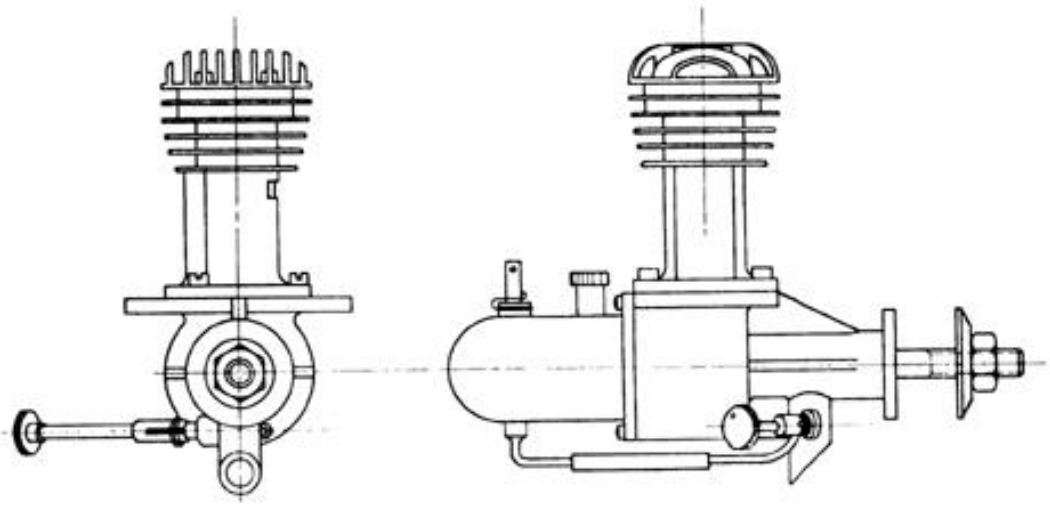


FIG. 8. — Moteur MICRON, 5 cm³ à auto-allumage à compression fixe, avec le réservoir équipé d'un clapet de fermeture commandé par une minuterie.

Lorsque le mélange s'est enflammé, il augmente de volume et chasse le piston vers le bas. Ainsi le cycle se poursuit, comme dans le cas précédent de l'allumage par étincelle.

La lumière d'échappement s'ouvre, le volume augmente, la température baisse.

Les deux phases de la compression, et de l'échappement se représentent par les graphiques de la figure 9.

Les carburants pour moteurs à auto-allumage doivent avoir une température d'allumage spontané assez basse. Mais les carburants ayant un point d'inflammabilité bas ne sont pas très puissants, ex. : l'éther sulfurique. Par contre les carburants puissants s'enflamment difficilement, ex. : les dérivés du pétrole : pétrole lampant, fuel, mazout, etc... et leur point d'in-

flammabilité n'est pas atteint avec la compression des micro-moteurs.

La solution adoptée a donc été le mélange de ces deux carburants, pour avoir un point d'inflammabilité qui puisse être atteint par le moteur.

Comme ces mélanges (type éther + pétrole) n'ont pas de propriété lubrifiante, on est amené à ajouter de l'huile de graissage. Cette huile qui n'est pas brûlée complètement est rejetée par l'échappement quand elle est en trop grande proportion.

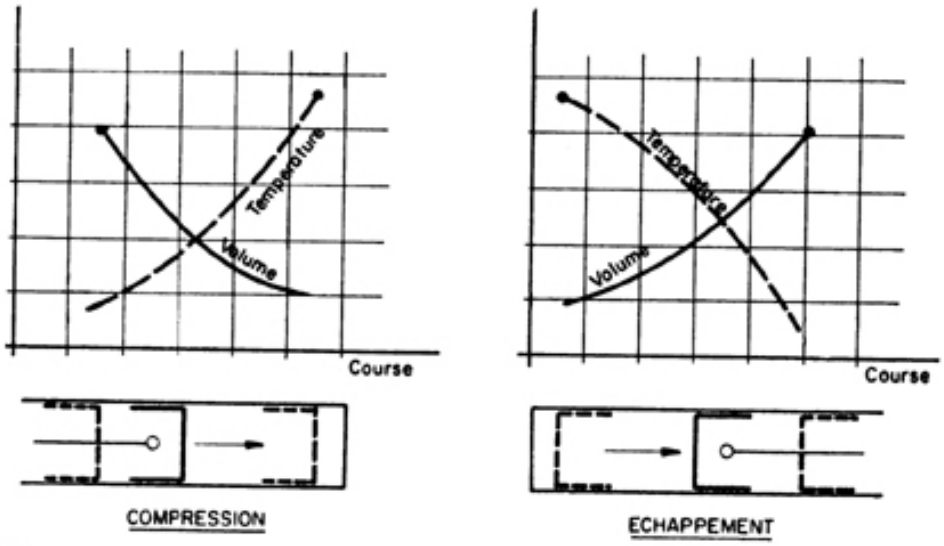


FIG. 9. — Diagramme d'un cycle 2 temps à auto-allumage par compression.

C'est pourquoi les Diesels ont la fâcheuse réputation d'être sales quand on met plus de 40 % d'huile dans le mélange carburant.

Nous reviendrons plus loin sur cette importante question des carburants.

Nota. — Le cycle exposé ci-dessus n'est pas en vérité Diesel, car dans le moteur à cycle Diesel, le combustible est introduit directement dans la chambre de combustion et s'enflamme au contact de la charge d'air du cylindre qui, seule, a été échauffée par la compression.

Il est donc tout à fait impropre d'appeler « Moteurs Diesel » des moteurs à auto-allumage par compression, mais l'usage s'est répandu et la publicité aidant on est forcé de l'admettre et... de l'employer!

LES MOTEURS A AUTO-ALLUMAGE PAR FILAMENT DITS : « GLOW-PLUG »

Le principe du moteur de modèle réduit dit *glow-plug* est le dernier adopté pour la construction en série. Il est très vieux, vers 1900 déjà fonctionnait un moteur de ce type, réalisé par M. Arden. Mais ce n'est que vers 1946-47 que ce même constructeur reprenait son principe pour l'adapter à un moteur à allumage par étincelle.

D'un seul coup, tous les ennuis inhérents aux moteurs à bougies disparaissaient : on se débarrassait des piles, des bobines, des rupteurs et autres fils. Les Américains trouvaient les avantages que les Européens connaissaient depuis 6 ans avec les moteurs à auto-allumage.

Le mode d'allumage du moteur à *glow-plug* est basé sur un phénomène de catalyse, bien connu maintenant puisqu'il a été utilisé dans les radiateurs de chauffage catalytique, breveté par Lumière.

Une expérience de laboratoire montre le processus de ce phénomène :

Un morceau de fil fin de platine, roulé en spirale, rougit quand il est placé au-dessus d'un récipient rempli d'alcool. Ce sont les vapeurs qui portent au rouge le fil et ainsi elles finissent par s'enflammer.

Pour accélérer le phénoméne à l'intérieur du cylindre du moteur, un circuit électrique échauffe la spirale de platine (ou d'un dérivé), avant le départ du moteur. Une fois le moteur en marche le filament reste rouge, par le phénomène de catalyse qui se poursuit au contact des vapeurs d'alcool du carburant, et par la chaleur des explosions. La chaleur entretenue par le filament suffit à allumer le mélange de carburant à chaque tour.

Le cycle des opérations est le même que pour l'allumage par étincelles.

Le filament dans le système *glow-plug* remplace l'étincelle.

L'allumage du mélange se fait par une combinaison de l'effet « Diesel » de compression et de la présence du filament porté au rouge.

Le carburant standard pour ces moteurs est le méthanol avec pour lubrifiant l'huile de ricin.

Les carburants spéciaux, dits « de course » découlent de ce

mélange auquel on ajoute des produits que nous étudierons plus loin.

Le moteur à *glow-plug* a le même aspect mécanique que celui à allumage par étincelle. Seule la disparition du rupteur le différencie et évidemment la nature de la bougie. En principe un moteur à rupteur peut être transformé pour fonctionner à *glow-plug* par le seul changement de la bougie.

CHAPITRE II

DISTRIBUTION D'ALIMENTATION

Dans chacun des types, le mode d'alimentation est variable.

On distingue l'alimentation par 3 lumières, l'alimentation par valve rotative dans l'arbre du vilebrequin, l'alimentation par disque tournant, entraîné par le vilebrequin ; enfin l'alimentation par lame vibrante

Alimentation par 3 lumières (fig. 10).

Les gaz frais arrivent par une tubulure qui débouche dans le bas du cylindre par une lumière qui est découverte par la jupe du piston quand celui-ci est au point mort haut et permet aux gaz d'être aspirés dans le carter puis comprimés par la descente du piston.

Pour permettre aux gaz de monter dans la chambre de combustion ou d'explosion, un canal met en communication le carter avec le haut du cylindre, par une autre lumière qui est ouverte quand le piston est au point mort bas : lumière de transfert.

Les gaz comprimés dans le carter s'échappent vers le haut, où règne une légère dépression.

En arrivant vers le point mort bas, le piston découvre, un peu avant la lumière de transfert, une troisième lumière qui met la chambre d'explosion en communication avec l'extérieur : c'est la lumière d'échappement.

La disposition des lumières par rapport au piston détermine les temps d'ouverture et de fermeture des différentes phases

du cycle. Elle est très importante pour obtenir le meilleur rendement

Le dessin des lumières en hauteur et en largeur comme leur forme, doivent être soigneusement étudiés pour permettre aux gaz de circuler librement et rapidement.

La forme et l'usinage du canal de transfert doivent (ou devraient être) très soignés. Malheureusement ce point est sou-

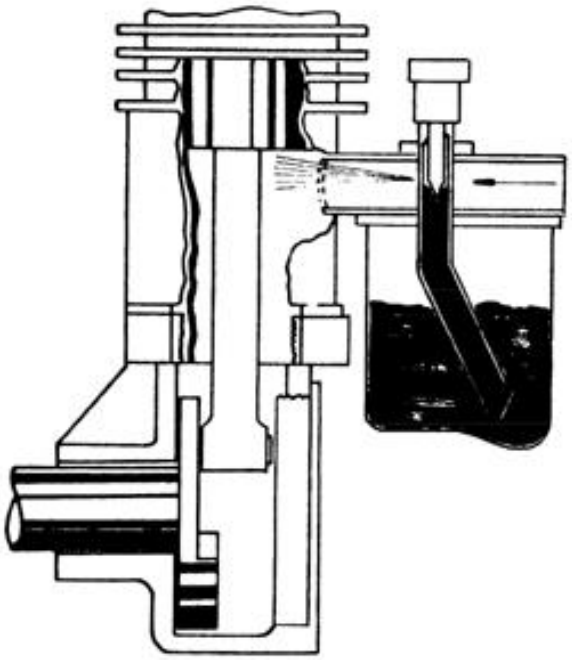


FIG. 10. — Alimentation à trois lumières avec pointeau de réglage et cuve du réservoir.

vent laissé de côté par les constructeurs qui pourraient cependant gagner beaucoup en étudiant de très près ce passage délicat où les gaz sont étranglés et freinés.

Très souvent les succès remportés, par des moteurs de marques connues sont dus au travail de mise au point et de fignolage du modèliste lui-même qui finalement « refait » son moteur d'après les pièces usinées par les fabricants. Les performances atteintes par ces moteurs modifiés ne sont jamais réalisées par un moteur de série du commerce

Alimentation par valve rotative (fig. 11).

Dans cette distribution, l'admission des gaz frais se fait par une tubulure qui est mise en communication avec le carter par l'ouverture d'un passage dans le vilebrequin, au moment où le piston est au point mort haut et où l'aspiration est maximum dans le carter

Par la rotation du vilebrequin, l'ouverture se ferme en même temps que le piston descend et comprime les gaz dans le carter.

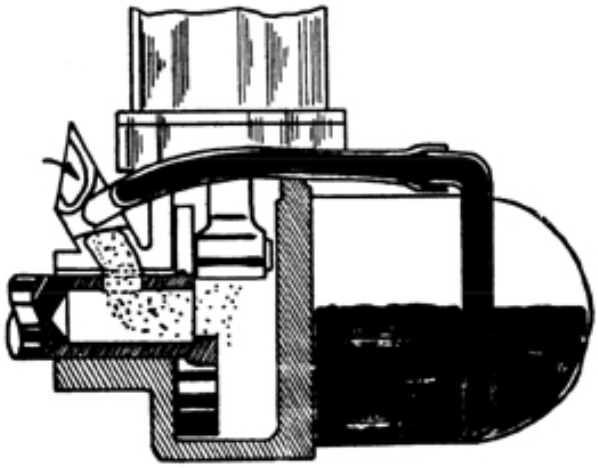


FIG. 11. — Alimentation par valve rotative dans le vilebrequin.

En fin de course, le piston, comme dans le cas précédent découvre la lumière du canal de transfert et la lumière d'échappement.

Cette distribution permet des temps d'ouverture indépendants de la course du piston. C'est un dispositif très employé et excellent à l'usage.

Sur le croquis nous avons placé la tubulure sur le vilebrequin. C'est le cas le plus courant. On peut trouver la tubulure à l'arrière du carter. Dans ce cas un arbre creux est entraîné par le plateau du vilebrequin et découvre l'admission comme dans le cas précédent. Cette complication a l'avantage de percer la lumière comme on le désire sans craindre d'affaiblir l'arbre d'hélice.

Alimentation par disque tournant (fig. 12).

Cette alimentation est employée pour les moteurs de compétition où les complications de montage et le prix de revient sont compensés par un rendement supérieur et un accroissement notable de la puissance.

Le vilebrequin entraîne un disque secondaire qui glisse sur le fond du bouchon de carter. Un usinage parfait doit être réalisé pour que les frottements soient réduits au minimum.

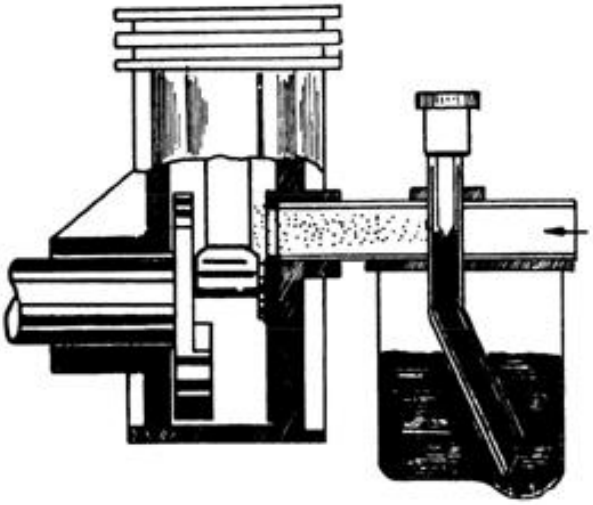


FIG. 12. — Alimentation par disque tournant.

Ce dispositif permet une entrée maximum des gaz frais directement dans le carter. De plus les temps d'ouverture peuvent être calculés et modifiés librement sans tenir compte de facteurs mécaniques.

Alimentation par anche vibrante (fig. 13).

Dispositif connu depuis longtemps èt qui a été remis à la mode en 1954, à la fois par les britanniques pour les moteurs de team-racing, par les américains avec un moteur spécial de petite cylindrée : le Cox, et en Allemagne avec les moteurs Taïfun.

Cette alimentation a quelque analogie avec la précédente, le

disque tournant est remplacé par une lame de métal souple qui ferme normalement la lumière d'admission ; l'aspiration la fait décoller et permet aux gaz frais de pénétrer dans le carter.

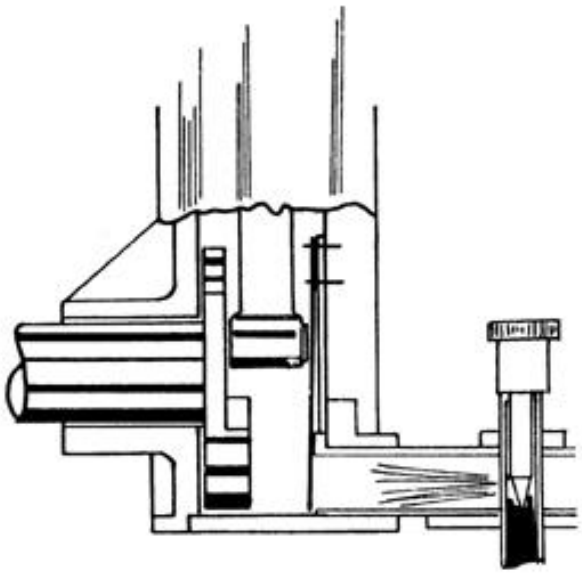


FIG. 13. — Alimentation par anche vibrante.

Le dispositif réduit la consommation, point intéressant pour les courses « team-racing » et permet un très bon remplissage d'où un bon rendement sans frottement mécanique.

CHAPITRE III

DESCRIPTION D'UN MICROMOTEUR

Un moteur 2 temps se compose des pièces élémentaires suivantes (voir fig. 7 et 14).

1° **Le carter :**
a) le palier ;
b) le bouchon de carter ;
c) les pattes de fixation.

2° **Le vilebrequin :**
a) le plateau et le maneton ;
b) l'axe et le palier ;
c) la rondelle de butée ou came ;
d) le filetage et son écrou de serrage.

3° **La bielle**
et l'axe du piston.

4° **Le piston**
et les segments (s'il y en a).

5° **Le cylindre :**
a) la chemise ;
b) la culasse (compression variable s'il y en a) ;
c) le transfert.

6° **Le carburateur :**
a) la pipe d'admission ;
b) le pointeau.

7° **Le rupteur pour l'allumage par étincelle**
a) le circuit électrique ;
b) la bobine ;
c) le condensateur ;
d) la pile.

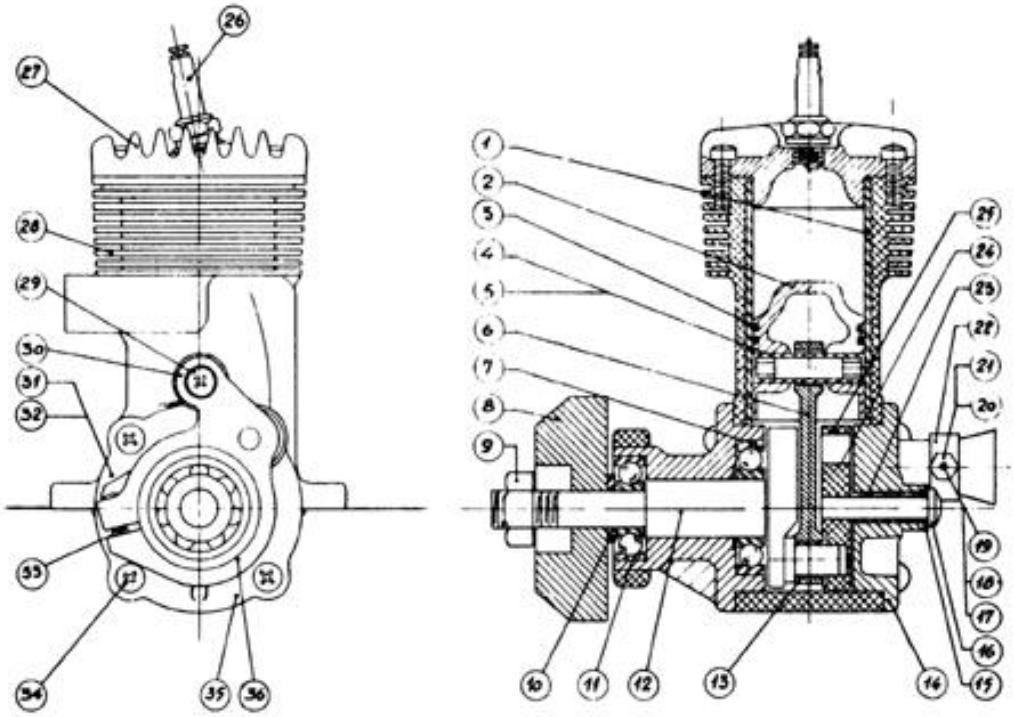


FIG. 14.
Moteur à allumage électrique. Mc Coy, U. S. A.

1. Chemise.
2. Piston.
3. Segment.
4-5. Axe de piston.
6. Bielle.
7. Roulement.
8. Volant.
9. Ecrou de blocage.
10. Rondelle.
11. Roulement.
12. Axe de vilebrequin.
13. Carter.
14. Bouchon de carter.
15. Axe du distributeur.
17 à 22. Corps du carburateur.
24. Disque du distributeur.
25. Lumière d'admission.
26. Bougie « Champion » 6,35 mm.
27. Culasse.
28. Ailette du cylindre.
29 à 32. Ensemble du rupteur d'allumage.
33. Vis platinées.
34. Vis de serrage du carter.
35. Support palier ouvert.
36. Cage du roulement.

8° **Les bougie :**
à étincelle ;
ou à filament (*glow-plug*).

Le carter.

Cette pièce est fondue en alliage léger ; son dessin est assez compliqué puisqu'elle fait la jonction du cylindre avec le

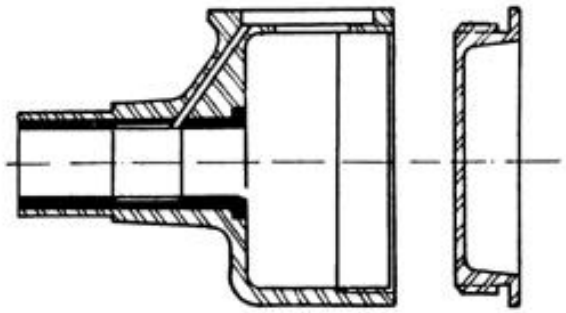


FIG. 15. — Carter avec son bouchon.

support du palier de vilebrequin. De plus c'est par le carter que le moteur sera fixé sur la cellule.

Le carter d'un moteur 2 temps doit être parfaitement

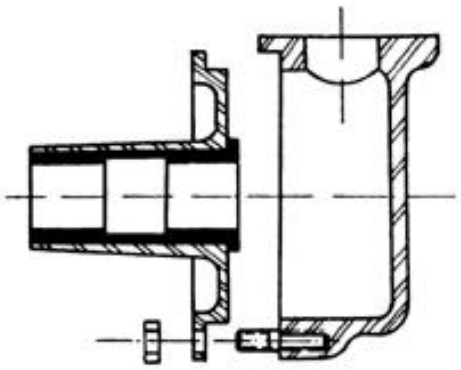


FIG. 16. — Carter avec flasque avant portant l'axe.

étanche ; si sur une des faces la portée du vilebrequin ne pose pas de problèmes, la face arrière qui doit laisser le passage au plateau pour le montage est obturée par un bouchon qui

peut être vissé ou bien appliqué par trois vis de serrage sur le corps principal (fig. 15).

Quelquefois c'est la partie portant l'arbre du vilebrequin qui est fixée sur le corps ; mais ce montage doit être particu-

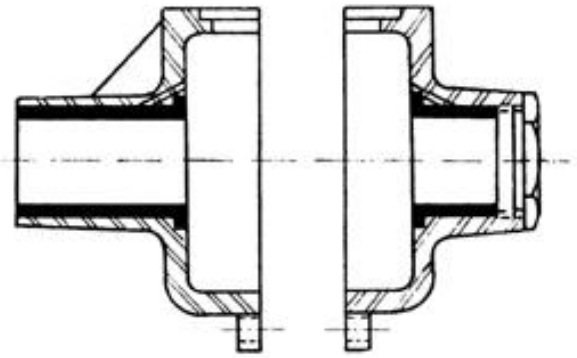


FIG. 17. — Carter en 2 pièces.

lièrement soigné, pour que l'arbre du vilebrequin soit rigoureusement aligné avec la bielle (fig. 16).

Le bouchon arrière sert de support à l'alimentation dans le cas des distributions par disque ou par anche vibrante.

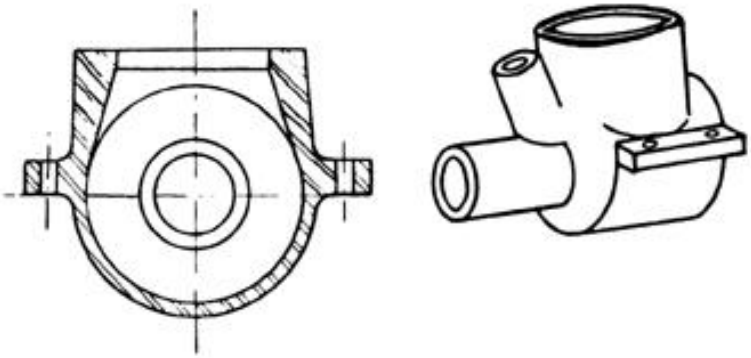


FIG. 18. — Carter avec pattes latérales pour la fixation sur les longerons du bâti-moteur.

La fixation du moteur se fait soit par pattes latérales venues de fonderie avec le carter (fig. 18) soit par fixation radiale en 3 points (fig. 19).

Chacune de ces fixations a des avantages et des inconvénients.

Nous préférons la fixation latérale qui permet le boulonnage du moteur sur deux longerons en bois qui prennent appui sur 2 ou 3 couples du fuselage, répartissant bien les efforts sur la structure ; cette fixation est aussi utilisable sur les bateaux.

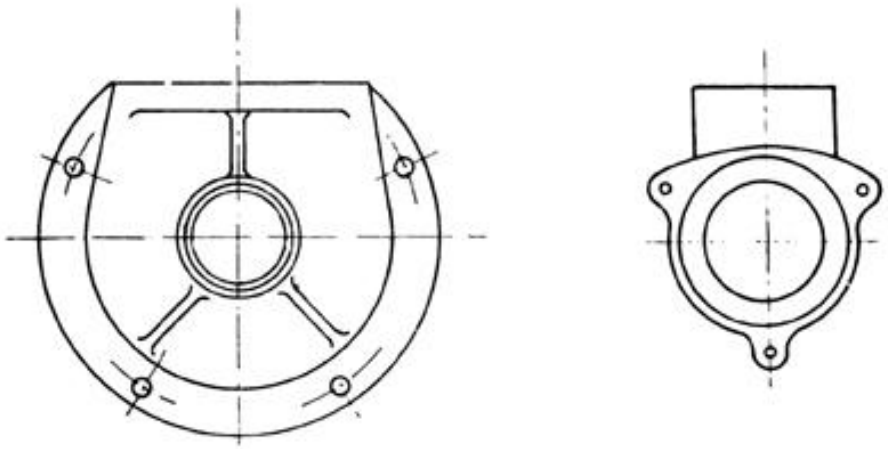


FIG. 19. — Carter à fixation radiale sur un couple vertical.

La fixation radiale paraît plus simple, puisqu'il suffit de trois boulons fixés sur le couple-cloison du fuselage. Mais ce couple doit être rendu solidaire de la structure générale du fuselage avec très grand soin, sinon c'est lui qui se détache. La fixation radiale dégage l'avant et permet un carénage soigné du moteur. Sur un bateau son emploi n'est pas recommandé.

Le vilebrequin.

Cette pièce transmet les efforts les plus violents subis par le moteur. Elle reçoit d'une part les efforts alternatifs de l'ensemble piston-bielle à chaque explosion, qui se transforment en rotation continue, puis en traction de l'hélice ; sans oublier les efforts accidentels tels que chocs sur l'hélice toujours possibles sur les moteurs d'avion.

Le vilebrequin doit donc être usiné en acier de qualité spéciale, et avec une très grande précision — tant pour la portée que pour l'axe du maneton du vilebrequin.

Un bon vilebrequin est d'une seule pièce (fig. 20).

Certains peuvent avoir, pour des raisons de fabrication économique, le plateau rapporté et brasé (fig. 21).

Il est assez courant de voir le maneton rapporté dans les fabrications en série (fig. 22).

Un plateau de vilebrequin bien conçu doit avoir une masse équilibrant le poids bielle-piston, pour éviter les vibrations qui peuvent absorber 10 à 15 % de la puissance (fig. 23).

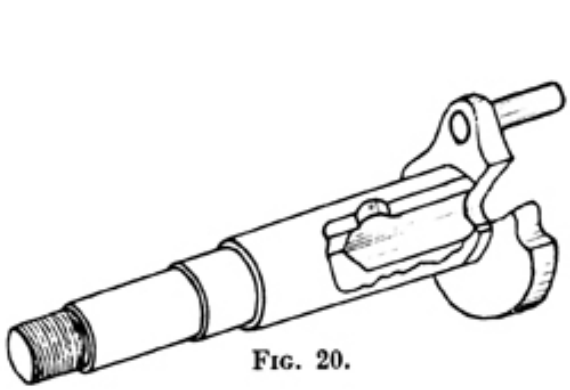


FIG. 20.

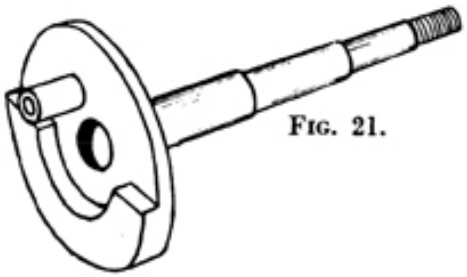


FIG. 21.

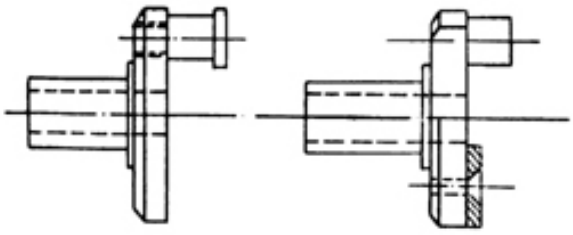


FIG. 22.

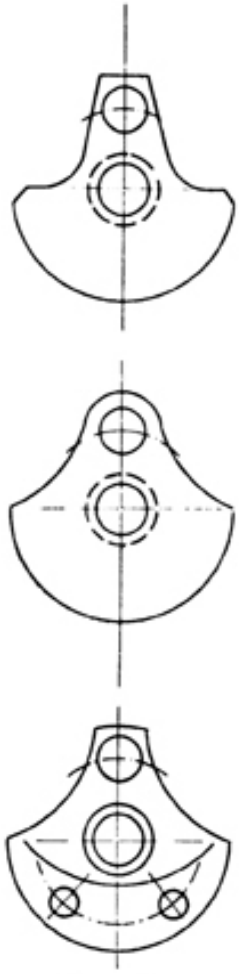


FIG. 23.

Suivant les cas l'axe du vilebrequin tourne dans un palier en bronze à bague rapportée, ou plus simplement directement sur le métal du carter. Cas le plus fréquent sur les moteurs de série où il est plus facile de changer le carter en cas d'usure que de changer une bague. Enfin les moteurs particulièrement soignés utilisent 1 ou 2 roulements à billes : l'un d'entre eux formant butée (fig. 24).

Pour entraîner l'hélice le bout du vilebrequin est fileté et / un serrage par écrou ou cône contre une rondelle de butée assure le blocage (fig. 25).

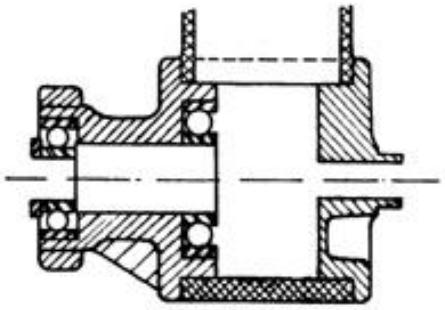


FIG. 24. — Carter avec roulement à billes.

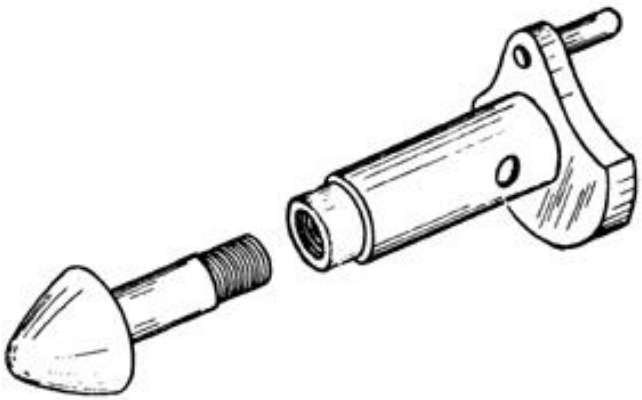


FIG. 25.

FIG. 26.

La bielle.

La bielle fait la liaison entre le piston et l'arbre vilebrequin (fig. 26).

La bielle est animée d'un mouvement alternatif. Il faut qu'elle soit aussi légère que possible, si on veut un moteur tournant à haut régime. D'autre part elle est soumise à des efforts qui nécessitent une structure très étudiée.

La bielle des moteurs à auto-allumage par compression est

souvent prise dans de l'acier à haute résistance pour tenir aux à-coups d'une compression trop élevée.

Des bielles en alliage fondu permettent un allègement par nervures en H, pour avoir le minimum de métal et le maximum de résistance (fig. 27).

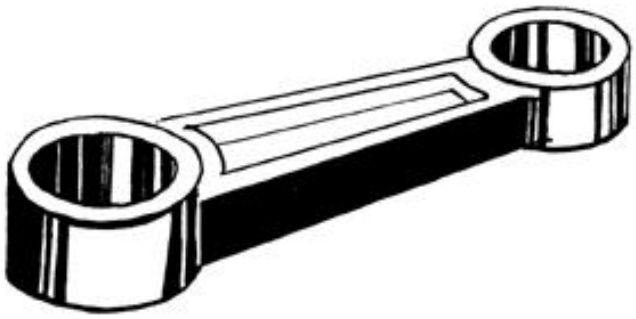


FIG. 27.

Les bielles peuvent être également usinées dans une plaque de dural.

Suivant le choix des métaux, la bielle comporte une bague de bronze et quelquefois des roulements à aiguilles.

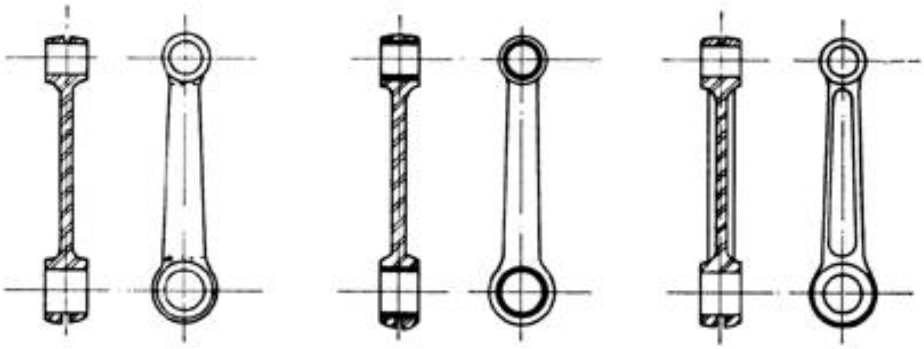


FIG. 28. — Différents types de bielles.

Le graissage est asssuré par l'huile diffusée dans les gaz, qui se dépose sur les parois, puis s'écoule sur les axes par des petits canaux percés dans la bielle.

La liaison avec le plateau-manivelle se fait par le maneton, et avec le piston par un axe en acier spécial (fig. 29).

Pour éliminer encore du poids l'axe peut être allégé par perçage.

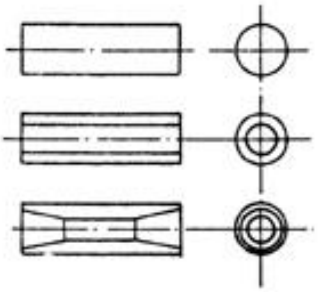


FIG. 29. — Axes de piston.

Le piston.

Le piston des moteurs à explosion, même de petites cylindrées, est soumis à des efforts alternatifs très importants aux régimes élevés ; et comme pour la bielle, il y a intérêt à l'alléger le plus possible et diminuer les frottements sur les parois (fig. 30).

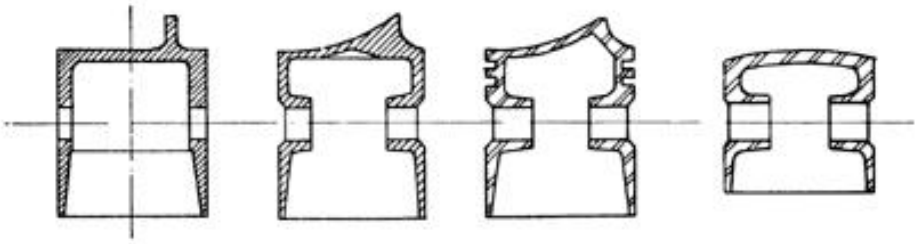


FIG. 30. — Pistons en acier ou en fonte et piston en alliage fondu.

Etant données les dimensions, pour des raisons d'usinage, il est nécessaire de laisser des surépaisseurs.

Les pistons sont souvent tournés dans de la fonte pour les petites cylindrées de la catégorie à auto-allumage.

Un usinage parfait assure une étanchéité suffisante malgré le taux de compression élevé.

Le piston en alliage léger coulé est très avantageux par son très faible poids (1/3 environ de celui de l'acier) ; mais il faut laisser un jeu suffisant pour la dilatation de la jupe du piston. L'étanchéité est assurée par des *segments* (le segment est un anneau

fendu) en fonte spéciale. Généralement deux segments sont logés dans des gorges à la partie supérieure du piston (fig. 31).

Le dessus du piston porte, suivant le système de distribution, un déflecteur pour diriger vers le haut les gaz qui débouchent du transfert, et pour guider les gaz brulés vers l'échappement.

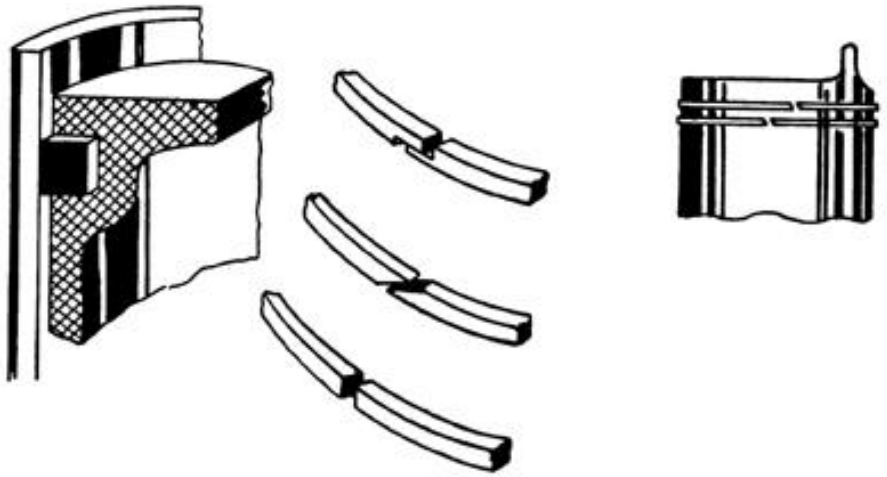


FIG. 31. — Les segments.

Le dessin de ce déflecteur peut varier à l'infini et épouser les formes les plus diverses et les plus compliquées.

La présence du déflecteur n'est pas nécessaire et de nombreux moteurs n'en comportent pas pour simplifier leur fabrication.

Le cylindre.

Le cylindre est fixé, soit par un pas de vis, soit par boulons sur l'embase du dessus du carter.

Le cylindre comporte des ailettes pour le refroidissement, de formes et nombre très variables, donnant à chaque moteur son aspect particulier (fig. 32).

On distingue : le cylindre tourné d'une seule pièce, avec les ailettes, dans une barre d'acier ou de fonte ; le cylindre fondu en alliage léger, avec une chemise en fonte rapportée.

La culasse peut faire partie du cylindre, soit qu'elle soit prise dans la masse, soit qu'elle soit fondue en même temps.

Enfin la culasse peut être rapportée (fig. 33). Cette dernière solution est avantageuse car elle permet d'abord un usinage

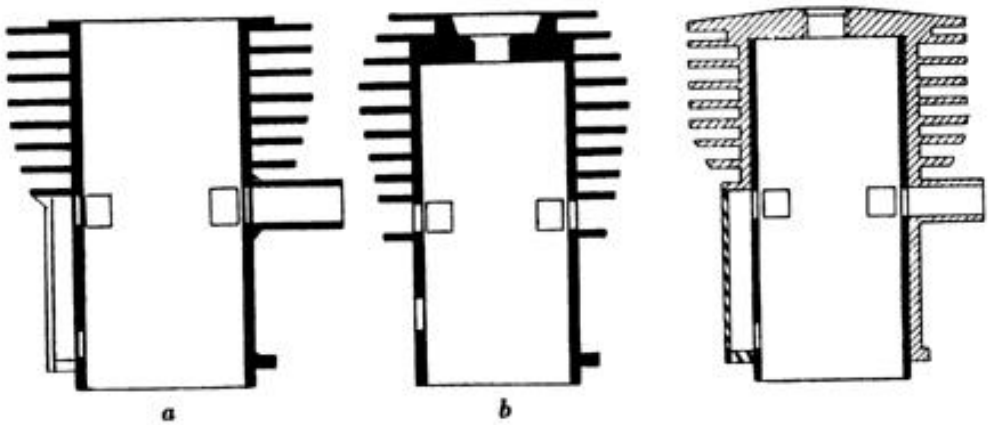


FIG. 32. — Les cylindres.

a) cylindre à culasse rapportée ;
b) cylindre en une seule pièce ;
c) cylindre en alliage avec chemise.

précis des formes, et surtout pour les moteurs de course utilisant des carburants spéciaux, le taux de compression peut être

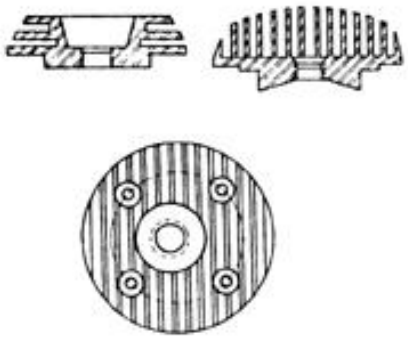


FIG. 33.
Quelques types
de culasses rapportées.

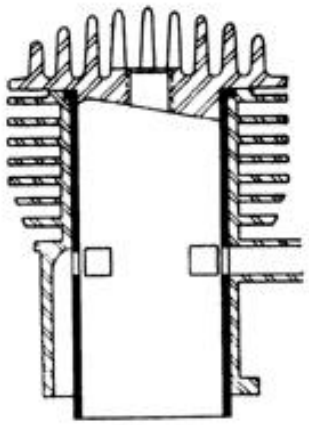


FIG. 34.
Le cylindre et la culasse en alliage
fondu. La chemise est en fonte.

modifié par l'interposition de cales entre la culasse et le cylindre (fig. 34).

La culasse rapportée en alliage léger avec des ailettes de refroidissement, assure une excellente diffusion de la chaleur produite par l'explosion.

Pour les moteurs à auto-allumage par compression, la culasse

Cliché J. G.

FIG. 35. — Montage d'un moteur en position inversée sur un avion d'acrobatie en vol circulaire du type semi-maquette.

est fermée par un contre-piston qui se déplace pour faire varier la compression pendant la marche, à l'aide d'une vis de réglage sortant de la tête du cylindre.

Certaine fabrication de moteur comporte une chemise vissée dans le carter, puis sur la chemise se visse, par dessus, une culasse qui peut être considérée en même temps comme un cy-

lindre en alliage léger, garni abondamment d'ailettes descendant jusqu'à l'échappement.

C'est également sur le cylindre que se trouve ménagé le canal de transfert.

Si c'est un cylindre en acier, le canal de transfert peut être brasé ou simplement soudé directement.

Dans un cylindre fondu, le canal de transfert est ménagé entre la chemise et la partie venue de fonderie.

Carburateur, pipe d'admission et pointeau (fig. 36).

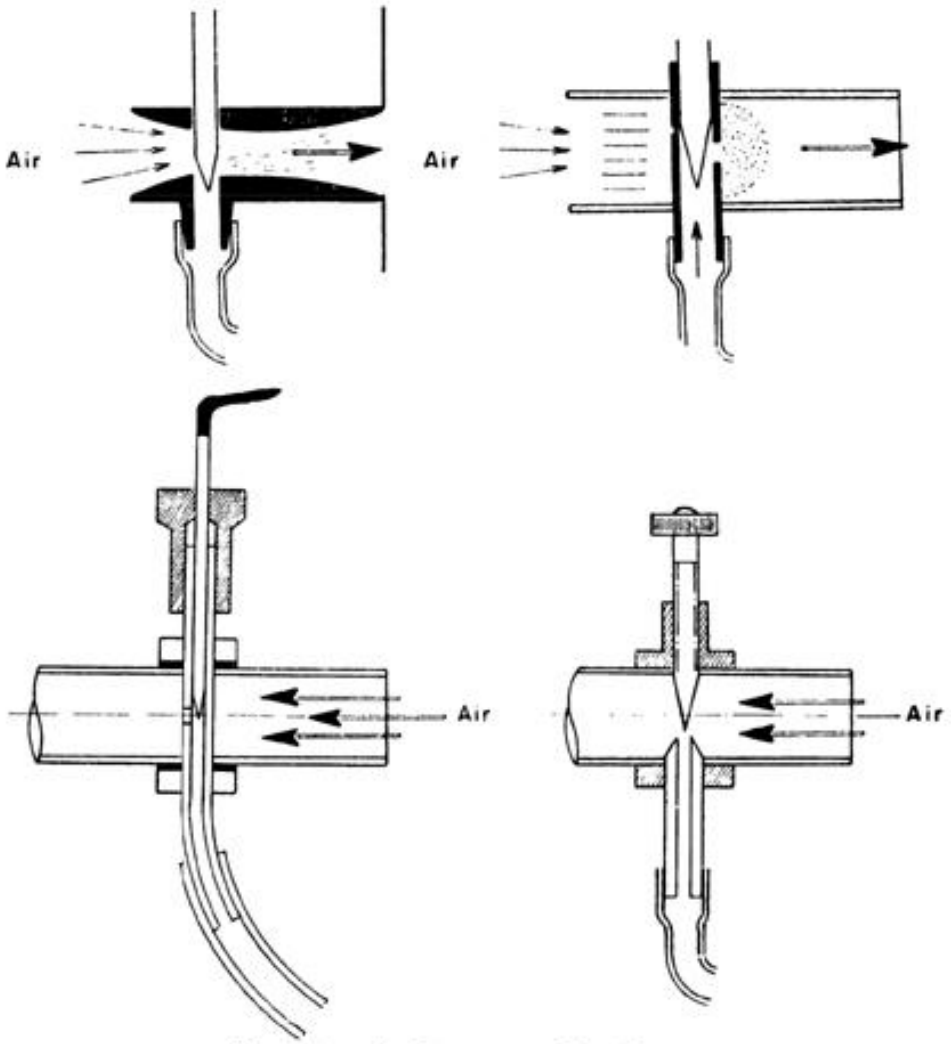
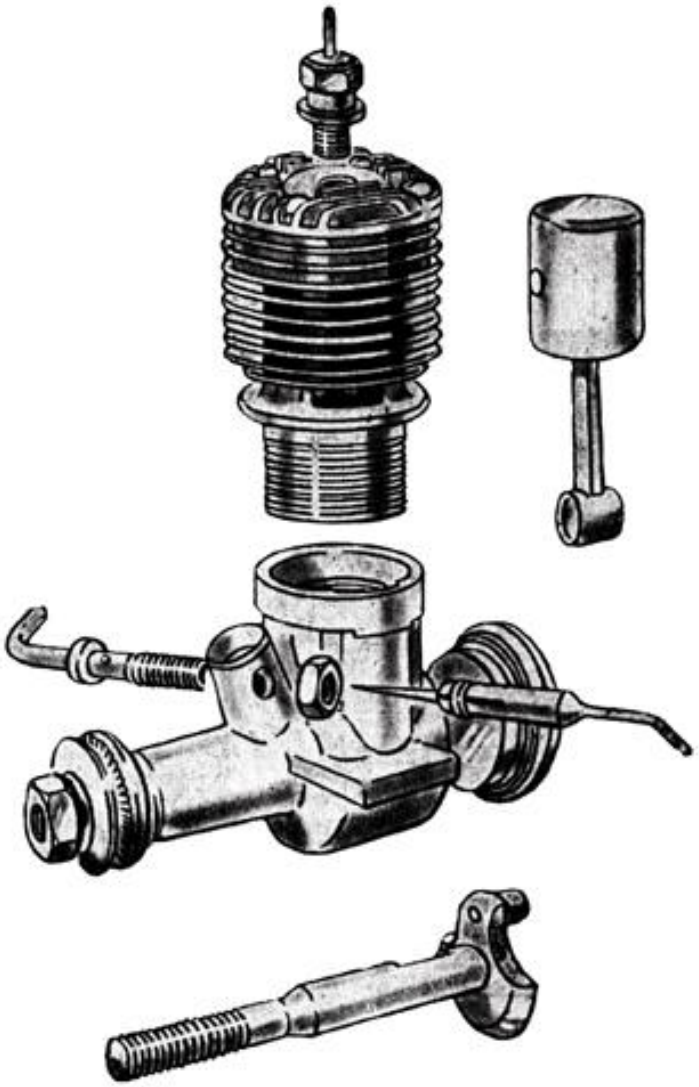


FIG. 36. — Quelques types de gicleurs.

C'est dans l'ensemble du carburateur que se fait le mélange carburant + air, produisant le gaz combustible qui s'allumera dans la chambre de combustion.



Cliché S. I.

FIG. 37. — Ensemble d'un moteur à glow-plug. Moteur R E A.

La proportion air/carburant est réglée par le dosage de l'un des deux composants, par l'ouverture ou la fermeture d'un pointeau réglant l'arrivée du liquide, ou par la section de la

pipe d'admission d'air, qui pourra même comporter une entrée réglable par un papillon.

Le mélange se fait par aspiration ou dépression dans le carter. Le carburant se trouve diffusé dans l'air aspiré.

Sur les moteurs de modèles réduits, le carburateur à cuve à niveau constant, n'est plus utilisé.

Le carburateur universellement employé se compose donc d'un conduit d'arrivée d'air : pipe d'admission ; d'une arrivée de carburant réglable par vis pointeau.

Rupteur d'allumage et circuit électrique.

Le dispositif d'allumage par étincelle comporte (fig. 38).

1° une source de courant (pile ou accu).

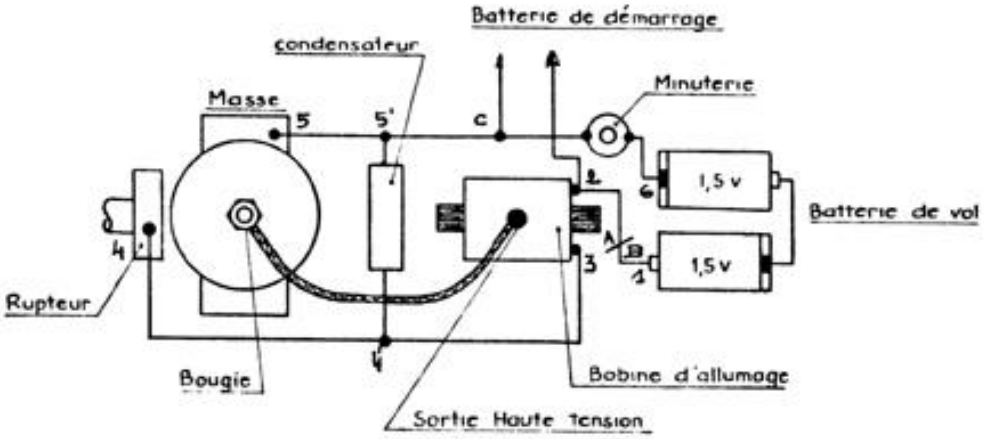


FIG. 38. — Schéma de montage du circuit électrique

2° un interrupteur-rupteur actionné par une came bloquée sur l'arbre de vilebrequin. La coupure de circuit doit avoir lieu au moment précis où doit se produire l'étincelle qui allumera les gaz.

3° une bobine d'allumage, véritable transformateur. Le courant basse tension de la pile ou de l'accu (de 3 à 4 volts) se transforme dans le bobinage secondaire, au moment de la rupture, en haute tension (5 à 20 000 volts) (fig. 39).

4° la bougie ou éclateur : l'étincelle jaillit entre les électrodes au moment de l'ouverture du circuit.

Elles sont écartées pour couper le circuit par une levée provoquée par une came. L'une des vis doit être isolée de la masse du moteur. L'écartement doit être très faible (4/10 de millimètre) et l'équipage mobile très léger pour suivre les mouvements de la came à très haut régime.

Suivant la classe du moteur, le rupteur est une simple lame de ressort mise en forme ou, au contraire, une pièce semblable à celle utilisée dans l'industrie automobile. C'est une pièce très importante dans le fonctionnement du moteur, elle est souvent la source de beaucoup d'ennuis.

La position d'ouverture des vis de contact par rapport à la course du piston est très importante et doit être réglée avec précision.

Aussi le support du rupteur a t-il une position réglable et variable en marche.

Pour chaque régime de marche d'un moteur, il existe un instant d'allumage pour lequel le moteur donne sa puissance maximum et tourne sans à-coups.

A faible vitesse, cet instant est à peu près au point mort haut.

Plus la vitesse augmente, plus on doit avancer le point d'allumage. On dit que l'on donne de l'avance.

L'instant optimum d'allumage dépend non seulement du moteur mais également des qualités antidétonnantes du combustible.

Le moteur à allumage par bougie est en général peu employé, mais dans certains cas particuliers comme la télécommande, on peut avoir sans trop de difficulté deux allures de marche, grâce au rupteur.

Celui-ci comprend 2 contacts qui correspondent à 2 allures de marche : plein gaz et ralenti. Dans le système de télécommande il suffit d'avoir un contacteur qui mette en service l'un ou l'autre des circuits pour que le régime du moteur change.

Principe de l'allumage par bobine
(voir fig. 38).

Figurons-nous que la pile est un réservoir d'eau avec une pompe en (1), le courant part de 1 et va en 2 où il passe dans un serpentin (bobine) pour ressortir en 3, de là il se dirige en 4 où se trouve un robinet (contact du rupteur) qui laisse passer le courant par intermittence, le courant ressort par 5 et rentre dans le réservoir en 6.

Elles sont écartées pour couper le circuit par une levée provoquée par une came. L'une des vis doit être isolée de la masse du moteur. L'écartement doit être très faible (4/10 de millimètre) et l'équipage mobile très léger pour suivre les mouvements de la came à très haut régime.

Suivant la classe du moteur, le rupteur est une simple lame de ressort mise en forme ou, au contraire, une pièce semblable à celle utilisée dans l'industrie automobile. C'est une pièce très importante dans le fonctionnement du moteur, elle est souvent la source de beaucoup d'ennuis.

La position d'ouverture des vis de contact par rapport à la course du piston est très importante et doit être réglée avec précision.

Aussi le support du rupteur a t-il une position réglable et variable en marche.

Pour chaque régime de marche d'un moteur, il existe un instant d'allumage pour lequel le moteur donne sa puissance maximum et tourne sans à-coups.

A faible vitesse, cet instant est à peu près au point mort haut.

Plus la vitesse augmente, plus on doit avancer le point d'allumage. On dit que l'on donne de l'avance.

L'instant optimum d'allumage dépend non seulement du moteur mais également des qualités antidétonnantes du combustible.

Le moteur à allumage par bougie est en général peu employé, mais dans certains cas particuliers comme la télécommande, on peut avoir sans trop de difficulté deux allures de marche, grâce au rupteur.

Celui-ci comprend 2 contacts qui correspondent à 2 allures de marche : plein gaz et ralenti. Dans le système de télécommande il suffit d'avoir un contacteur qui mette en service l'un ou l'autre des circuits pour que le régime du moteur change.

Principe de l'allumage par bobine
(voir fig. 38).

Figurons-nous que la pile est un réservoir d'eau avec une pompe en (1), le courant part de 1 et va en 2 où il passe dans un serpentin (bobine) pour ressortir en 3, de là il se dirige en 4 où se trouve un robinet (contact du rupteur) qui laisse passer le courant par intermittence, le courant ressort par 5 et rentre dans le réservoir en 6.

Comment fonctionnent la bobine et l'allumage?

La bobine transforme un courant primaire, de forte intensité (ampères) et de basse tension (volts), en un courant secondaire, de faible intensité, mais à haute tension, nécessaire pour que l'étincelle jaillisse aux électrodes de la bougie, à l'intérieur de la chambre de compression. Il faut au moins 10 000 volts pour une puissance d'un watt si nous voulons produire une inflammation certaine du mélange.

Au primaire nous aurons, pour un allumage normal au moins 0,3 ampère sous 4 volts.

La bobine est donc un transformateur puisqu'elle tranforme le courant basse tension de la batterie, en courant haute tension pour la bougie.

Nous allons résumer succinctement le calcul d'une bobine et sa réalisation.

1° Le primaire est formé d'un nombre restreint de spires de fil relativement gros ;

2° un noyau de fer doux, constitué d'éléments divisés ;

3° le secondaire formé de nombreuses spires de fil fin.

Le courant de la batterie traverse le primaire et crée dans la bobine en même temps que dans le noyau un champ magnétique. On interrompt le courant dans le primaire, le champ magnétique cesse et tombe à zéro. Cette variation se produit dans un intervalle de temps très court. Si cette coupure est brusque la variation des champs magnétiques est plus rapide.

N'importe quel fer ne convient pas, il faut du fer spécial pour transformateur (le fer des transfos basse-fréquence de radio).

Le champ magnétique que produit le courant de la batterie dépend de trois facteurs : l'intensité du courant, le nombre de spires du primaire et la dimension du fer.

Lorsque le courant augmente, ou lorsque l'on augmente le nombre de spires du primaire, ou le diamètre du noyau, le champ magnétique augmente.

C'est la variation de champ magnétique qui produit dans l'enroulement secondaire de notre bobine le courant haute tension.

La valeur de cette tension dépend du nombre de spires qui sont dans le champ magnétique et de la grandeur de la variation de ce champ.

Noyau.

La section de fer à adopter en employant le fer des transformateurs b asse fréquence de la radio, est pour une énergie de 1 watt de 3 cm². Si on a des fers spéciaux on peut diminuer cette section.

Le noyau est composé de tôles divisées, coupées à la dimension, serrées ensemble dans un étau et enfin limées comme un bloc de nervures.

Il est important que chaque tôle soit isolée par de la laque ou du papier.

Le noyau est ensuite enveloppé de papier de soie imprégné de colle cellulosique, et séché sous la forte pression d'un étau Ce noyau ainsi préparé peut directement servir de noyau de bobinage.

L'enroulement primaire.

En supposant que nous utilisions un bon fer de transfo, et que la longueur du noyau soit 3 à 5 fois son diamètre, le nombre de tours du primaire peut être calculé par la formule ci-dessous

$$N_p = \frac{40}{S} \times U$$

N_p = Nombre de tours du primaire.
U = Tension de la batterie en volts.
S = Section du noyau en cm².

Il faut considérer U comme la tension de la batterie en charge.

C'est-à-dire environ 3,5 volts.

Nous avons vu que la puissance du secondaire doit être environ 1 watt, supposons que le rendement de la bobine soit de 50 %, le primaire consommera 2 watts sous une tension de 3,5 volts.

Nous aurons un courant d'intensité

$$I = \frac{W}{U} = \frac{2}{3,5} = 0,55 \text{ ampère}$$

I = intensité primaire (ampère)
W = puissance (watt)
U = tension (volt)

Le fil de l'enroulement primaire sera parcouru par un cou-

rant de 0,55 ampère. Or on admet qu'un fil de cuivre supporte par mm^2 = 4 ampères, d'où notre section S de fil

$$S = \frac{0,55}{4} = 0,137 \text{ mm}^2$$

Pratiquement on a du fil de 0,4 à 0,45 mm de diamètre.

L'enroulement secondaire.

Le secondaire est en fil émaillé, normalement de 0,07 à 0,08 mm de diamètre.

Critérium d'Europe à Bruxelles 1957. *Cliché J. G.*

FIG. 41. — Un modèle d'acrobatie du type international, équipé d'un moteur de 5 cm^3 à glow-plug.

Le nombre de tours minimum du secondaire se calcule ainsi

$$N_s = \frac{100\ N_p}{U}.$$

Ce chiffre est approximatif et on peut tripler ce nombre de tours minimum.

L'enroulement doit être fait par couches régulières, entre chaque couche de fil, on doit disposer 2 à 3 couches de fin papier isolant.

La bobine une fois terminée sera trempée dans un bain de paraffine.

Faire fondre la paraffine, tremper la bobine dedans et chauffer encore jusqu'à ce que des bulles d'air commencent à se détacher de la bobine. Laisser refroidir dans le bain.

Renouveler l'opération 3 à 4 fois pour que l'air contenu dans la bobine soit chassé. Retirer la bobine du bain de paraffine quand celle-ci est encore molle pour pouvoir la prendre.

Si une bobine construite selon cette méthode vient à claquer, généralement un nouveau bain de paraffine suffit à lui redonner vie.

Voici un exemple numérique :

Noyau carré de 55 × 8 × 8 mm formé d'environ 25 plaques.

Section du noyau = 8 × 8 = 64 mm² = 0,64 cm²

Nombre de tours du primaire.

$$N_p = \frac{60\,U}{S} = \frac{60 \times 3{,}5}{0{,}64} = 219 \text{ tours en fil de } 0{,}5 \text{ mm.}$$

Nombre de tours du secondaire :

$$N_s = \frac{100\,N_p}{U} = \frac{100 \times 219}{3{,}5} = 6\,260 \text{ tours}$$

soit 8 000 tours en fil de 0,08 mm.

Une telle bobine pèsera environ 80 g.

L'allumage par magnéto.

Nous mentionnerons ce mode d'allumage qui a été utilisé pendant quelques temps sur les moteurs de 10 cm³, particulièrement en France sur les moteurs Micron, mais il a été rapidement abandonné du fait du poids de la magnéto et de son prix de revient surtout lorsque les *glow-plug* apparurent.

Les bougies.

Bougie à étincelle.

Une bougie se compose :

a) d'une tige d'allumage, électrode centrale ;

b) d'un isolant (céramique-mica) ;

c) d'un culot de vissage en acier, avec des bagues d'étanchéité.

d) d'une électrode de masse, permettant le réglage de l'écartement (5/10 mm).

e) d'une rondelle en cuivre qui fait le joint entre la culasse et le culot de bougie.

Fig. 42.

Fig. 43.

FIG. 42. — Suivant la position de la pointe des électrodes et la forme de la porcelaine isolante, les bougies sont classées en bougie chaude, bougie froide, ou bougie normale.

FIG. 43. — Bougie pour moteur à glow-plug. Le filament en spirale est en alliage de platine.

Suivant la position des électrodes dans le fond de la culasse, les bougies sont classées en :

« Bougie chaude », quand l'étincelle jaillit au milieu de la chambre de combustion.

« Bougie froide », quand l'étincelle jaillit au fond de la culasse, en dehors de la chambre de combustion (fig. 39).

Les bougies pour micromoteurs existent en diamètres de 6,35 mm, 7 mm et 9 mm.

Bougie à filament incandescent. Glow-plug.

La bougie à filament comprend comme la précédente un culot de fixation et un joint.

Le filament est une spirale, en principe en platine ou dans un alliage de ce métal. Il est fixé d'une part sur la masse et d'autre part sur la tige centrale isolée.

Suivant la section du filament, la température atteinte varie, et, suivant la position de la spirale dans le fond de la culasse on classe les bougies en « froide » et « chaude ».

FIG. 44.

La bougie chaude convient pour allumer les gaz dans les moteurs à basse compression.

La bougie froide est à utiliser pour les carburants fonctionnant avec un taux de compression élevé.

Le diamètre du filetage du culot courant est 6,35 mm ; quelques moteurs utilisent des 7 mm.

Attention.

Les bougies *glow-plug* sont généralement faites pour une tension de 1,5 volts (1 élément de pile torche). Si vous utilisez un accu, la tension aux bornes est de 2 volts. On fait tomber la tension à 1,5 en utilisant des conducteurs d'au moins 1 m de longueur.

CHAPITRE IV

LES CARBURANTS

Définitions générales.

Voici quelques définitions qui permettront de mieux comprendre le rôle joué par les composants des carburants.

Limites explosives en % de vapeur dans l'air.

	Limite inférieure (excès d'air)	Limite supérieure
Benzine	1,35	8
Acétone	3	13
Alcool méthylique (méthanol)	5,5	21
Alcool éthylique (alcool ordinaire)	2,8	9,5
Éther éthylique	1,7	48
Hydrocarbure (pétrole)	environ 1	environ 3,5

Quand la vapeur d'un liquide inflammable est mélangée à l'air, le mélange s'enflamme seulement si la concentration de vapeur reste en dessous de la limite d'explosion.

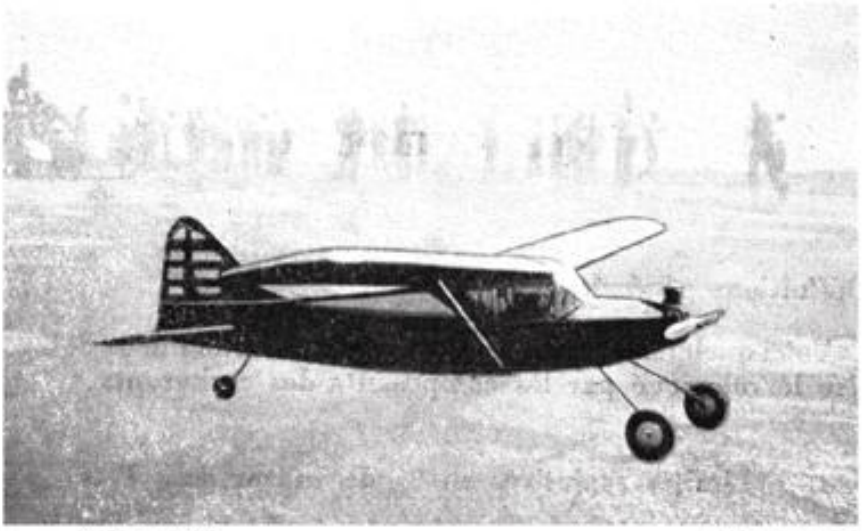
Pour le méthanol, s'il n'y a que 5,5 % de vapeur de méthanol, le mélange s'enflamme difficilement.

De même si le mélange contient plus de 21 %, il sera trop riche.

Si un liquide inflammable est placé dans une coupelle, il répand des vapeurs dans l'air.

Si la concentration de vapeur atteint la limite inférieure d'explosion du mélange vapeur + air, le mélange s'enflamme

en présence d'une flamme ou d'une étincelle au-dessus de la coupelle.



Concours fédéral 1959. *Cliché J. G.*

FIG. 45. — Motomodèle téléguidé de l'équipe BOSSARD, de Cholet, gagnante de nombreux concours et recordman de France. Moteur 10 cm³.

Point éclair ou point d'allumage.

	Température en degrés centigrade
Éther	— 41° C
Acétone	— 17° C
Méthanol	0° C
Pétrole	environ + 60° C
Gas-oil	+ 80° C
Essence	— 2° C
Acétate de butyl	+ 25° C

Si le liquide est du pétrole par exemple, il est nécessaire de le chauffer pour qu'il émette des vapeurs et forme le mélange avec l'air.

Pouvoir calorifique.

C'est la mesure de l'énergie contenue dans une certaine quantité de carburant quand elle est complètement brûlée.

C'est une indication sur la puissance délivrée par une quantité de carburant, qu'il est intéressant de connaitre pour étudier la composition d'un carburant et sa valeur.

Ainsi, en étudiant le pouvoir calorifique des composants d'un carburant pour un moteur à auto-allumage, on voit qu'il y a intérêt à mettre une plus grande proportion de pétrole ou de gasoil qui ont un bon pouvoir calorifique, alors qu'il y a intérêt à réduire la proportion d'éther au minimum.

De même, dans un mélange pour *glow-plug*, on préfèrera une plus large proportion de méthanol à la place de nitrométhane.

	en calories
Pétrole	11 000
Diesel-oil	10 900
Essence	10 000
Benzol	9 960
Éther	8 800
Acétone	7 300
Acétate d'éthyle	6 100
Éthanol	7 080
Méthanol	5 330
Nitrobenzène	6 030
Nitrométhane	5 370
Nitroéthane	4 300
Nitropropane	2 790
Nitrite d'éthyle	4 450
Nitrate d'éthyle	3 560

Indice d'octane.

L'indice d'octane s'applique aux carburants du type : essence de pétrole. Plus l'indice d'octane est élevé, moins le combustible a tendance à « cogner », et plus le taux de compression peut être élevé et par conséquent meilleur sera le rendement thermique.

Les carburants sont comparés aux qualités de deux caburrants types :

Pouvoir calorifique.

C'est la mesure de l'énergie contenue dans une certaine quantité de carburant quand elle est complètement brûlée.

C'est une indication sur la puissance délivrée par une quantité de carburant, qu'il est intéressant de connaitre pour étudier la composition d'un carburant et sa valeur.

Ainsi, en étudiant le pouvoir calorifique des composants d'un carburant pour un moteur à auto-allumage, on voit qu'il y a intérêt à mettre une plus grande proportion de pétrole ou de gasoil qui ont un bon pouvoir calorifique, alors qu'il y a intérêt à réduire la proportion d'éther au minimum.

De même, dans un mélange pour *glow-plug*, on préfèrera une plus large proportion de méthanol à la place de nitrométhane.

	en calories
Pétrole	11 000
Diesel-oil	10 900
Essence	10 000
Benzol	9 960
Éther	8 800
Acétone	7 300
Acétate d'éthyle	6 100
Éthanol	7 080
Méthanol	5 330
Nitrobenzène	6 030
Nitrométhane	5 370
Nitroéthane	4 300
Nitropropane	2 790
Nitrite d'éthyle	4 450
Nitrate d'éthyle	3 560

Indice d'octane.

L'indice d'octane s'applique aux carburants du type : essence de pétrole. Plus l'indice d'octane est élevé, moins le combustible a tendance à « cogner », et plus le taux de compression peut être élevé et par conséquent meilleur sera le rendement thermique.

Les carburants sont comparés aux qualités de deux caburrants types :

L'un, l'*iso-octane* pur est un carburant anti-détonant, qui a une température d'allumage spontané élevée.

Si le carburant est aussi antidétonant que l'*iso-octane* l'indice d'octane est 100.

L'autre, le *pentane* a un point d'allumage spontané très bas.

Si le carburant est comparable à un mélange à part égale d'*iso-octane* et de *pentane*, son indice d'octane est 50.

Indice de cétane.

Il s'applique aux carburants genre Diesel.

Les carburants Diesel sont comparés aux qualités de l'excellent carburant pour auto-allumage : le *cétane*, et du mauvais carburant : le *méthyl naphtalène*.

Taux de compression.

Le taux de compression est le rapport entre le volume au-dessus du piston au point mort bas (au début de sa remontée) et le volume de la chambre de compression au-dessus du piston lorsqu'il se trouve au point mort haut.

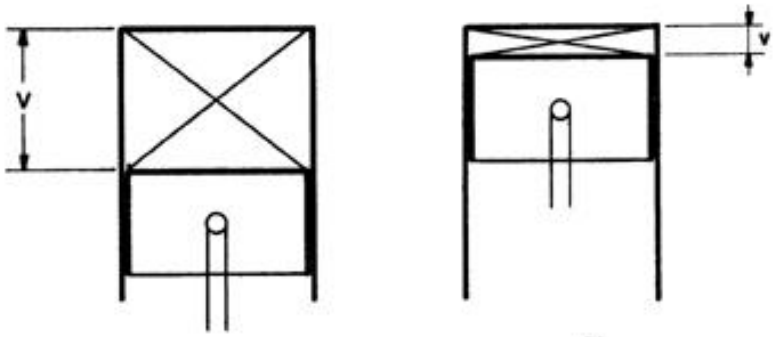


FIG. 47. — Taux de compression : $\frac{V}{v}$.

Pour mesurer ces deux volumes — quand on a affaire à un moteur à bougie — on emplit la chambre de combustion, lorsque le piston est au point mort haut, avec un liquide quelconque à l'aide d'une éprouvette graduée en fractions de cm^3.

Puis on place le piston au point mort bas et on complète le remplissage à l'aide de l'éprouvette.

Les deux volumes sont alors connus et il suffit de faire le rapport.

Le taux de compression est un rapport et s'exprime par un simple nombre. Il est de 7, 9, 10, ou 20.

On ne doit jamais dire que le taux de compression est par exemple de 9 ou 10 kg.

Le taux de compression n'a rien à voir avec la compression qui elle s'exprime en kg ou grammes par cm².

Carburants pour moteurs à allumage par étincelle.

Les moteurs à allumage par étincelle utilisent, suivant le taux de compression, de l'essence ordinaire, de l'essence plus du benzol, de l'essence à indice d'octane élevé, ou du méthanol.

Plans Guillemard.

FIG. 48. — Maquette de vol circulaire THUNDERBOLT P-47 (échelle 1/20).

Le lubrifiant est ajouté au carburant.

Voici les formules les plus courantes :

Taux de compression normal : 5 à 6.

Essence (octane 70 — 80) : 3 à 4 parts
\+ Huile minérale (fluidité SAE 40) : 1 part.

Taux de compression moyen : 7 à 9.

Essence + 10 à 15 % de benzol,
ou essence à 90 — 100 octane : 3 à 4 parts
+ Huile minérale (fluidité SAE 40) : 1 part.

Taux de compression élevé > 10.

Essence (100 octane) : 4 parts
+ Huile minérale (fluidité SAE 40) : 1 part,
ou Méthanol : 3 parts
+ Huile de ricin : 1 part.
Et 10 % d'acétone dans certains cas.

Carburants pour moteurs à auto-allumage par compression.

Les véritables moteurs du cycle Diesel utilisent, comme carburants, les produits de distillation du pétrole *brut*, comme le *gasoil*.

Le gasoil a une température d'allumage spontané aux environs de 250°. S'il est injecté dans le cylindre où une forte compression a porté l'air à cette température, le carburant pulvérisé s'enflamme.

Dans les moteurs de modèles réduits à auto-allumage, du cycle 2 temps, la température atteinte par compression n'est pas suffisante pour allumer le pétrole ou ses dérivés. Pour provoquer l'allumage on ajoute de l'éther dont la température d'allumage est aux environs de 188°.

Le carburant devra en plus comprendre le lubrifiant.

Enfin certaine préparation de carburant recommande l'emploi d'un produit qui assure un allumage régulier : ce produit porte le nom général de *dope*. Il ne doit être ajouté qu'en très faible proportion.

Donc un carburant pour auto-allumage peut avoir 4 composants que nous allons étudier.

Carburants de base.

Leur fonction est de fournir le plus d'énergie possible : ils doivent donc posséder une puissance calorifique élevée et un bas point d'allumage spontané.

On voit dans le tableau des puissances calorifiques, que les

seules substances valables, avec un point d'allumage relativement bas, sont les produits de distillation des hydrocarbures.

En éliminant les produits trop coûteux, comme le pentane, l'hexane, l'heptane, nos carburants de base pourront se limiter

au *pétrole* (pétrole lampant),

au *gasoil* commercial,

au *Diesel oil* (combustible plus lourd que le gasoil, plus léger que le mazout).

Il y a très peu de différence entre les deux premiers produits. Le gasoil est plus visqueux et plus onctueux, ce qui peut être intéressant pour certains moteurs.

De toute façon, ces deux produits sont d'un approvisionnement facile et peuvent donc être utilisés partout.

De temps à autre le bruit court, de la découverte d'un mélange sensationnel, par addition d'un produit comme l'essence, le benzol, la naphtaline, la térébenthine, le white-spirit etc., tous ces produits, ayant un point d'allumage élevé, font du mélange un mauvais carburant.

L'éther.

L'éther est un mauvais carburant. Son pouvoir calorifique, de 5 à 8 000 calories est bien plus bas que celui des dérivés du pétrole. L'éther est utilisé pour sa température d'allumage très basse et du fait qu'elle permet l'explosion sous des concentrations de vapeurs très variables (1 à 48). Ainsi l'ouverture du pointeau ne demande pas une trop grande précision.

L'éther ne doit donc être ajouté que dans le but de faire démarrer le moteur et accessoirement de rendre plus fluide le mélange pour une meilleure pulvérisation.

Il ne faut pas en ajouter plus de 30 à 35 % et on doit faire les essais avec 20 à 30 % si possible.

Sous le nom d'éther plusieurs produits sont désignés, variables d'une langue à l'autre, d'un pays à l'autre.

En France, l'éther utilisé est « l'éther sulfurique » de formule :

$$(C_2H_5)_2O.$$

L'éther est fabriqué en chauffant de l'alcool avec de l'acide sulfurique concentré, qui absorbe l'eau contenue dans l'alcool. (d'où le nom d'éther sulfurique). Il est ensuite lavé de l'acide et purifié par distillation.

La formule chimique est la suivante :

$$\underset{\text{alcool}}{C_2H_5OH} + \underset{\text{acide sulfurique}}{SO_4H_2} = SO_4H(C_2H_5) + \underset{\text{eau}}{H_2O}$$

$$SO_4H\,C_2H_5 + C_2H_5OH = SO_4H_2 + \underset{\text{éther}}{(C_2H_5)_2}\,O.$$

L'éther d'anesthésie fabriqué en partant de l'alcool pur, contient généralement une certaine proportion d'alcool et et d'autres produits pour la conservation pendant le stockage. En principe, il n'est pas recommandé pour l'utilisation dans les moteurs, quoique ce soit le plus facile à se procurer, puisqu'en vente chez tous les pharmaciens et de ce fait le plus souvent utilisé par les modélistes.

Cliché J. G.

FIG. 49. — Maquette de vol circulaire du SHOESTRING au Concours de Cachan. Le moteur est placé horizontalement. Remarquer le carénage très enveloppant. Au cours d'un atterrissage brutal le carénage d'une roue a été perdu.

Lubrifiant.

On peut utiliser n'importe quelle bonne huile minérale ou végétale de graissage.

La quantité à incorporer doit être expérimentée avec soin.

Baucoup de mélanges ont un excès d'huile, entraînant l'obligation d'augmenter la quantité d'éther et donc d'affaiblir le carburant.

Dans la composition du carburant l'huile ne doit avoir qu'une seule fonction : lubrifier les pièces en mouvement.

L'huile ne doit pas être mise en excès pour modérer le cognement dû à la tendance explosive du mélange, par suite de l'excès d'éther.

Dans certains cas, cependant il est nécessaire d'augmenter la proportion d'huile :

— quand le moteur est neuf, pendant la période de rodage,

— quand le moteur est vieux et usé, pour rattraper le le manque de compression (surtout au démarrage).

Souvent les constructeurs recommandent un pourcentage plus élevé que nécessaire, pour avoir une marge de sécurité et éviter une usure prématurée.

Dans le cas d'un moteur usé, pour faciliter le démarrage, on pourra injecter, par la lumière d'échappement quelques gouttes d'huile. Ensuite le moteur pourra continuer à tourner sur un mélange normal.

Le dosage de lubrifiant peut-être de 20 à 30 % pour un emploi courant, ou même pendant la période de rodage.

Pour un mélange dit *de course*, on peut abaisser le pourcentage jusqu'à 12 %, surtout si le gasoil est utilisé en place de pétrole.

Les huiles minérales utilisées pour les voitures sont à employer : leur viscosité doit être de SAE 40 ;

L'huile de ricin, quelquefois recommandée doit être mélangée à l'éther — puis au pétrole — pour être bien diluée.

L'huile de ricin présente toutefois un inconvénient, surtout pour les petites cylindrées : il se produit un gommage, dans les conduits, qui peut nuire à la remise en route.

Enfin nous ne pouvons passer sous silence le cas de « l'huile de paraffine », qui, si elle a un pouvoir lubrifiant pour l'intestin, n'a peut-être pas les qualités souhaitées pour un lubrifiant mécanique.

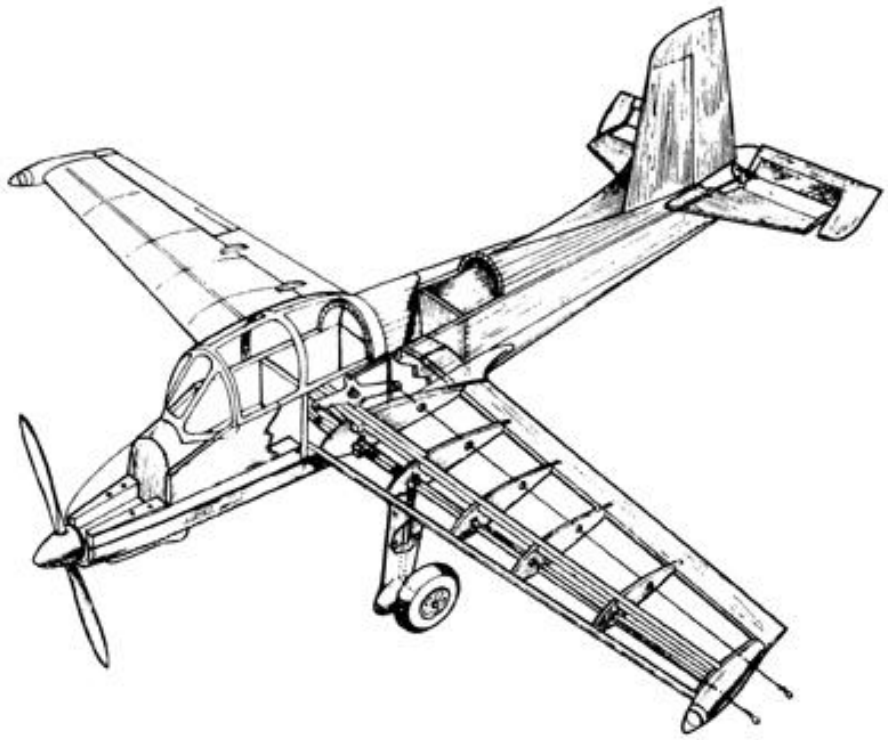
L'utilisation de cette huile de paraffine vient d'une erreur de traduction des mots anglais « paraffin oil », qui désignent en réalité le pétrole.

Comme l'huile de paraffine est extraite d'un mélange d'hydrocarbures (formule chimique semblable à celle de l'essence), finalement le mélange composé avec l'huile de paraffine s'est révélé acceptable. Mais il est prudent de ne pas omettre d'ajouter de l'huile vraiment lubrifiante pour la mécanique.

Dopes.

La fonction du *dope* ou « additif » est de réduire le retard à l'allumage du mélange et de faciliter l'allumage du carburant, pour assurer ainsi une combustion régulière, donc une marche plus douce.

Une très petite quantité de *dope* est nécessaire pour cette fonction.



(*Dessin de J. PERARD, Aviation Magazine.*) (*Plans GUILLEMARD.*)

FIG. 50. — Vue de la structure de la maquette pour vol circulaire du Morane-Saulnier 1500 « EPERVIER ».

La quantité précise dépend de la formule du carburant et doit être trouvée par essais comparatifs.

On commence par 1 %, en augmentant de 0,5 % jusqu'à 2,50 %, 3 % maximum ; mais pas plus.

Il ne faut pas l'utiliser pour améliorer le démarrage ou espérer une augmentation de la puissance.

Un excès de *dope* fera chauffer le moteur. Les vapeurs de *dope* sont souvent corrosives.

Les *dopes* qui peuvent être employés sont très nombreux et c'est surtout leur facilité d'approvisionnement qui détermine leur choix.

Nous donnons ci-dessous les principaux et les plus courants :

Nitrite d'amyle ou d'éthyle
Nitrate » »
Paraldéhyde $(CH_3 . CHO)_3$

Nous ne saurions trop recommander, surtout aux néophytes l'utilisation des carburants dont le mélange est vendu tout préparé et recommandé par le constructeur du moteur.

Beaucoup de déboires seront ainsi évités dans les débuts.

Lorsque vous vous serez fait la main vous pourrez alors essayer des compositions inédites.

Formules générales pour un carburant d'auto-allumage.

I. — *Moteur neuf. Usage normal.*

Pétrole ou gasoil.....	45 à 60 %
Lubrifiant.....	20 à 30 %
Dope	1 à 2,50 %
Ether.....	20 à 25 %

II. — *Formule type* = 3 *tiers.*

Pétrole	1/3 = 33 %
Lubrifiant	1/3 = 33 %
Ether	1/3 = 33 %
Dope (facultatif).....	1 %

III. — *Carburant pour usage « course ».*

Pétrole ou gasoil	55 à 65 %
Lubrifiant.....	12,5 à 20 %
Dope	1 à 3 %
Ether.....	20 %

Carburants pour moteurs à glow-plug.

Le contrôle de l'allumage d'un moteur à *glow-plug* se fait d'après la composition du carburant qui s'allume pour une compression donnée.

Pour avoir un rendement maximum, le mélange devrait être très précis, et en pratique il est surprenant de voir les mixtures extraordinaires qu'ingurgitent avec succès les moteurs à *glow-plug*.

Le mélange de base est le suivant :

Méthanol (alcool méthylique) =70 %

Huile de ricin..... = 30 %

Le méthanol n'ayant pas l'onctuosité du pétrole, il est nécessaire d'augmenter l'huile par rapport aux carburants d'auto-allumage.

L'huile de ricin pure sera préférée à toutes les autres huiles minérales industrielles, car trop souvent elles contiennent des produits insolubles dans l'alcool.

Méthanol.

Formule : CH_3OH.

Le méthanol est extrait par synthèse, sous haute pression, du « gaz à l'eau » et, dans une faible mesure, comme sous produit de la carbonisation du bois.

Pour les moteurs on recherche le méthanol le plus pur, débarrassé le plus possible de l'eau que contient l'alcool.

Nitrométhane, nitropropane.

Le remplacement d'une partie du méthanol par du nitrométhane ou du nitropropane augmente le nombre de tours.

La raison pour laquelle le nitrométhane augmente tellement le rendement d'un moteur n'est pas très claire car en se référant à sa valeur calorifique, le nitrométhane n'est pas un bon carburant.

Son efficacité semble résider dans l'extrême rapidité de combustion qui libère l'énergie contenue dans le mélange.

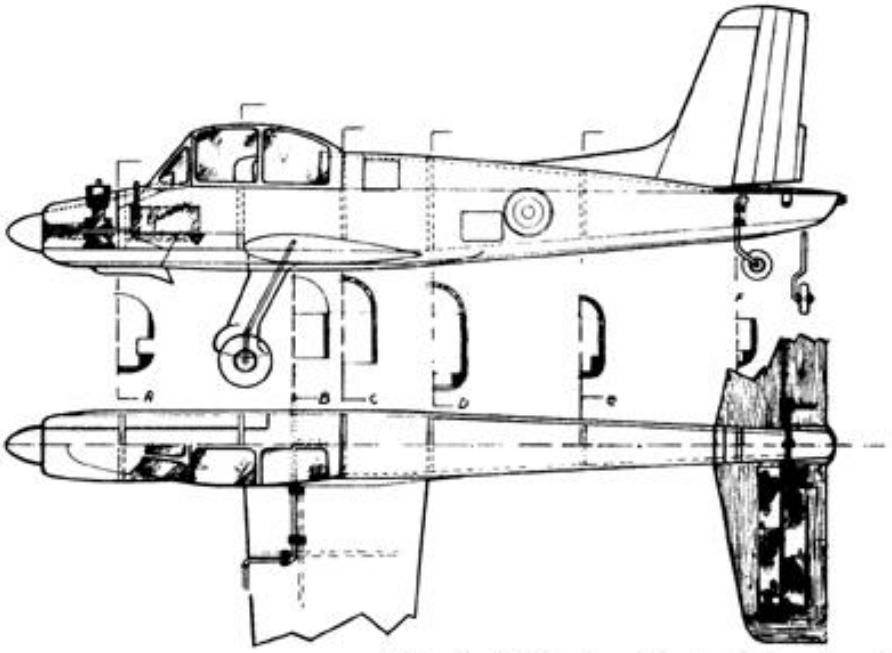
Les spécialistes de la technique des carburants préconisent l'utilisation des nitros en faibles proportions.

Il est recommandé de commencer les essais avec des mélanges contenant 10 % de nitrométhane et d'augmenter progressivement la proportion.

Si on mène les essais avec méthode, on constate d'abord une augmentation du nombre de tours, puis que de nouvelles additions ne donnent plus de gain.

En procédant ainsi, on s'apercevra qu'avec, par exemple, 20 % de nitro on a autant de tours qu'avec 30 %.

Les mélanges annoncés avec plus de 30 ou 40 % sont exagérément riches en nitro, disent les spécialistes ; mais si l'on se réfère aux résultats obtenus en compétition ou en tentative de records, des proportions supérieures à 50 % sont utilisées avec succès ! Alors que conclure sinon que l'action du nitrométhane reste mystérieuse puisque entre la théorie et la pratique il y a désaccord total.



(*Dessin J. Pérard « Aviation Magazine ».*)

FIG. 51. — Fuselage de la maquette de l'EPERVIER M.-S. 1.500. On voit l'installation du moteur et de son réservoir

Comme pour les moteurs à auto-allumage nous recommanderons surtout aux débutants l'emploi des carburants tout préparés vendus dans le commerce spécialisé. Fiez-vous de préférence à celui recommandé par le constructeur du moteur.

CHAPITRE V

ACCUMULATEURS

Les accumulateurs sont utilisés pour le démarrage des moteurs à allumage par étincelle — et ils restent au sol, les piles servant au fonctionnement en vol — à moins que les dimensions du modèle et la puissance du moteur ne nous autorisent à emmener de petits accus légers (fig. 52).

FIG. 52. — Petits accus au plomb.

L'accu est utilisé également pour le chauffage des *glow-plugs*.

Un accu doit être soigneusement entretenu, et, pour vous aider à comprendre la nécessité d'un bon entretien, nous résumons ci-dessous le principe de fonctionnement de l'accu au plomb.

Le fonctionnement d'un accumulateur au plomb repose sur la décomposition chimique des composés du plomb, placés sur des plaques de plomb trempant dans l'acide sulfurique étendu.

Pendant la charge, il se forme sur la plaque positive du peroxyde de plomb et sur la plaque négative du plomb à l'état spongieux.

A la décharge, les deux plaques se couvrent de sulfate de plomb.

Rechargeur.

Pour recharger les accus, vous utiliserez des petits chargeurs spécialement conçus. Ces appareils abaissent la tension et dans le cas du courant alternatif, font en même temps redresseur par une cellule au sélénium.

La charge est terminée quand un dégagement gazeux apparaît sur les plaques + et —. Le dégagement doit être aussi intense sur toutes les plaques en même temps.

Une charge trop forte use les plaques, provoquant leur courbure et la pulvérisation de la masse de remplissage des plaques.

Pour remplir les accus ; utiliser de l'eau distillée (ou de l'eau de pluie).

Ne pas ajouter d'acide sulfurique du commerce.

Les plaques doivent baigner entièrement dans le liquide acide.

Ne jamais laisser un accu déchargé ; même hors service, il faut veiller à maintenir la tension de chaque élément (1 plaque +, 1 plaque —) à 2,2 volts.

Ne jamais charger à une tension supérieure à 2,75 volts.

Pour connaître l'état de charge ou de décharge de la batterie, utiliser le densimètre Dary.

Capacité.

La capacité d'un accumulateur est le nombre d'ampères par heure que peut fournir un élément, avec une chute de tension ne dépassant pas 10 %.

Pour les moteurs à allumage électrique, la tension d'utilisation des bobines est de 3 volts. Les accus devront donc avoir 2 éléments montés en série (fig. 53).

Pour augmenter la capacité en ampères, on peut brancher deux autres éléments en parallèles.

Pour le chauffage des *glow-plugs*, il faut 2 volts, ou même 1,5 volt.

On prendra les éléments d'accus montés en parallèle. La tension de 2 volts peut être abaissée à 1,5 volt en utilisant un long conducteur.

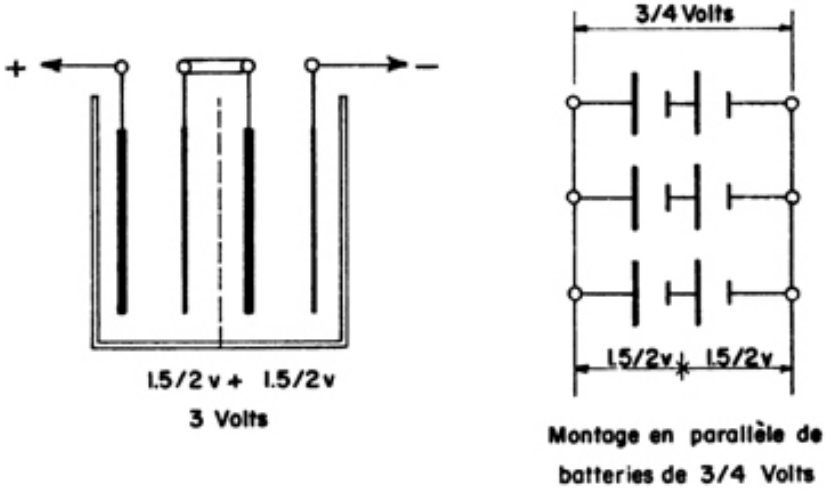


FIG. 53.

Attention.

Si vous prenez la tension à l'aide d'un voltmètre, il faut opérer pendant que l'accu est en circuit pour que la lecture du nombre de volts ait une valeur.

A vide vous pouvez lire 1,9 et dès que la *glow-plug* est branchée la tension peut tomber au-dessous de 1 et ne plus faire rougir le filament.

Note. Il existe d'autres types d'accumulateurs, mais leur coût élevé les écarte pour le moment de l'utilisation modéliste.

LES PILES

Alors qu'un accumulateur, une fois déchargé peut être rechargé, la pile, lorsqu'elle a fonctionné un certain temps, perd ses caractéristiques.

Pour les moteurs à allumage électrique, on utilise les piles de lampes de poche, de 4,5 volts, ou 2 éléments « torche » de 1,5 volt, mis en série pour faire 3 volts.

Mais pour le démarrage, où le poids n'a pas d'importance, on choisit de grosses piles, dites « piles-ménage »

Pour le chauffage des *glow-plugs*, il existe des piles de grosse capacité, faisant 1,5 volt (Mazda : type 7 536).

Si vous ne trouvez pas ces éléments peu courants, vous pouvez toujours brancher en parallèle plusieurs éléments de piles torche, en reliant par un fil soudé toutes les électrodes centrales, et par un autre fil soudé tous les fonds en zinc.

N.-B. — Utilisez des piles de fabrication récente et de qualité reconnue.

CHAPITRE VI

COMMENT UTILISER UN MOTEUR

Dès que l'on a fait l'achat d'un moteur, avant toute chose, il faut avoir :

1° un bâti d'essai ou de rodage pour fixer le moteur avec les boulons et écrous aux dimensions des trous des pattes du carter.

2° un réservoir (s'il n'est pas fourni avec le moteur) ;

3° une hélice de rodage, ou un volant, aux dimensions recommandées par le « constructeur » du moteur (et qui devraient être vendus automatiquement avec le moteur) ;

4° le carburant recommandé pour le moteur par le constructeur, et non « *par le spécialiste qui sait tout* ».

Ce n'est que lorsque vous êtes en possession de ces éléments, que vous pouvez commencer l'essai de mise en marche.

Si vous n'avez pas de bâti, n'essayez pas de fixer le moteur dans les mâchoires d'un étau, le carter sera écrasé ou déformé.

Si vous fixez le moteur sur une planchette trop mince, ou elle cassera quand vous lancerez le moteur, ou le moteur vibrera et tout réglage sera impossible.

Le bâti d'essai (fig. 54).

Pour faire connaissance avec un nouveau moteur et s'initier à son fonctionnement, tout en le rodant, il ne faut pas le monter directement sur la cellule de l'avion, mais faire un bâti, banc d'essai qui pourra être fixé sur un établi, une table, soit en le vissant, soit en le fixant par des presses serre-joints, ou dans les mâchoires d'un étau aussi gros que possible.

Le banc d'essai doit être parfaitement rigide et fixé.

C'est généralement une planche de bois dur de 10 mm d'épaisseur, échancrée pour le passage du carter et permettant la

fixation des pattes par des boulons et des écrous du diamètre correspondant à celui des trous percés dans les pattes.

La fixation par vis à bois ordinaires est à prohiber.

Le réservoir doit être fixé fermement sur le banc. Il sera le plus près possible du moteur et le conduit d'amenée du carburant ne fera pas de coudes brusques.

Le niveau moyen du réservoir doit être aussi voisin que possible de l'horizontale passant par le pointeau.

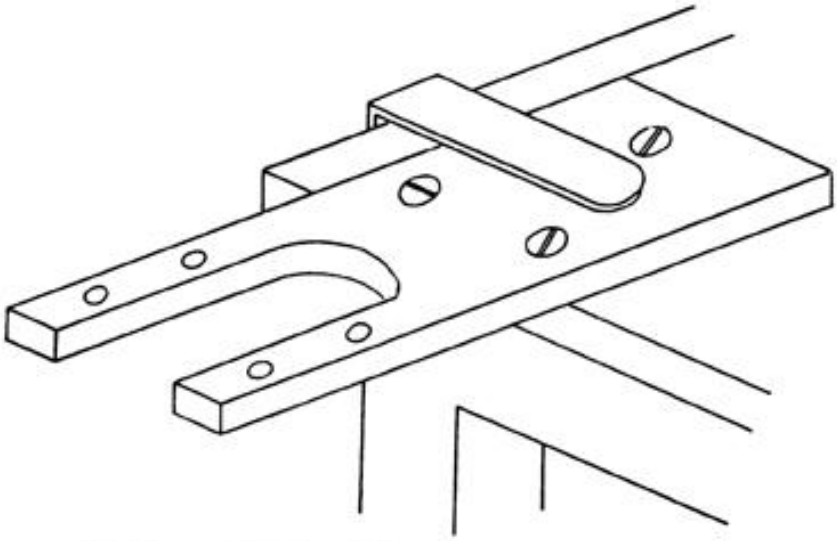


FIG. 54. — Bâti d'essai. Fixation par presse ou par vis sur une table ou sur un établi.

Prendre pour les essais une hélice de grand diamètre et suffisamment lourde (tout en restant proportionnée à la puissance du moteur).

L'hélice doit être bloquée sur l'axe, la marque du fabricant en avant et une des pales doit être presque à la verticale quand on sent la compression qui s'oppose au mouvement de rotation.

Les réservoirs.

Le réservoir d'un moteur, tout en étant considéré comme un accessoire, est cependant un élément important pour le bon fonctionnement et la marche régulière du moteur.

Si, pour un essai au banc fixe, la forme du réservoir n'a aucune importance, du moment qu'il est bien fixé sur le montage

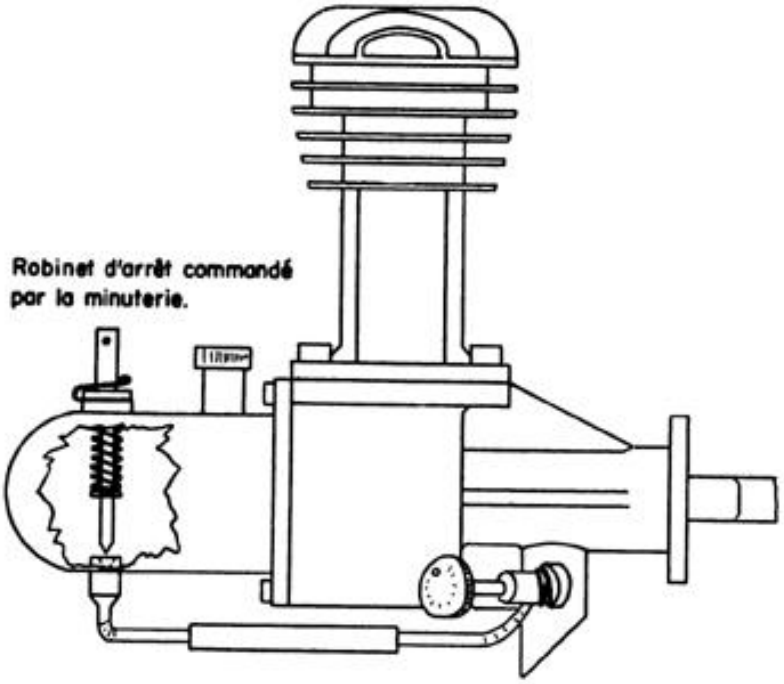
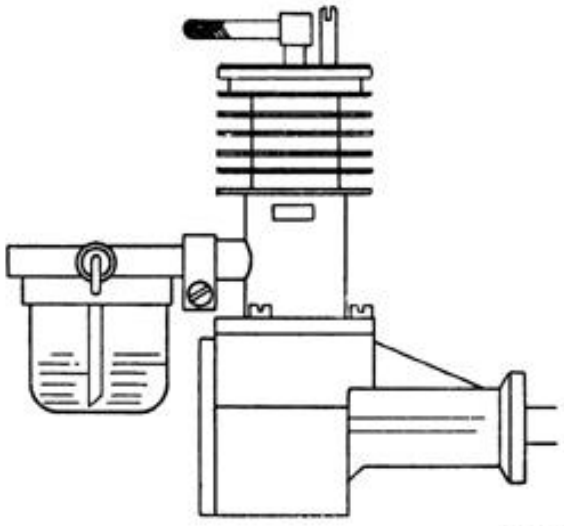


FIG. 55. — Le clapet d'arrêt
monté sur un réservoir Micron fixé sur le carter.



(*Moteur Micron.*)

FIG. 56. — Fixation d'un réservoir directement sur la pipe d'admission.
La cuve peut être en matière transparente pour que le niveau soit visible.

et que le conduit d'alimentation plonge normalement dans le liquide ; en vol, il n'en est plus de même. A chaque catégorie d'appareils, à chaque genre de vol, correspond un type de réservoir, dont la forme est adaptée aux conditions particulières du vol.

Certains moteurs sont livrés par le constructeur avec le réservoir fixé au corps du carter (fig. 55) ; d'autres ont la cuve directement fixée sur la pipe d'admission et le corps du carburateur y plonge directement (fig. 56). Ces solutions sont intéressantes pour les essais et le rodage, car on est sûr d'avoir un montage correct.

Le système peut encore être utilisé dans le cas du vol libre normal (maquette-vol radiocommandé), mais si vous utilisez le moteur sur un motomodèle de performance de vol libre, ou pour du vol circulaire de vitesse ou d'acrobatie, il faudra dans chaque cas choisir la forme du réservoir appropriée à la nature du vol.

Vol libre de performance.

Dans cette catégorie de modèles il s'agit, pendant les quelques secondes réglementaires que dure la marche du moteur, de grimper le plus vite possible.

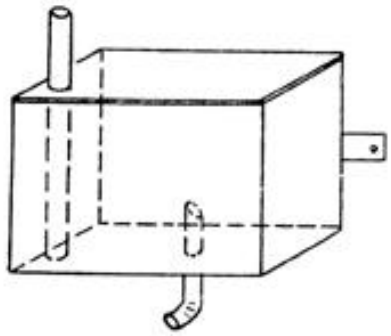


FIG. 57. — Un réservoir standard pour vol libre, en laiton soudé.

Certains modélistes sont arrivés à faire monter leurs appareils, littéralement à la verticale. Il est évident que la surface du carburant, à l'intérieur du réservoir, aura pris des niveaux très différents entre le moment du départ, au lancement, et pendant la montée. Il faut qu'à chaque instant le tube d'alimentation plonge dans le liquide, sans qu'il y ait des différences de niveau trop brutales et sans interruption d'alimentation.

Comme nous le verrons plus loin, la hauteur du carburant par rapport à l'axe du carburateur (trou du gicleur) a une grande importance sur la marche régulière du moteur. La forme du réservoir et sa position dans l'avion par rapport au carburateur devront être particulièrement étudiés (fig. 57).

Robinet d'arrêt (fig. 58).

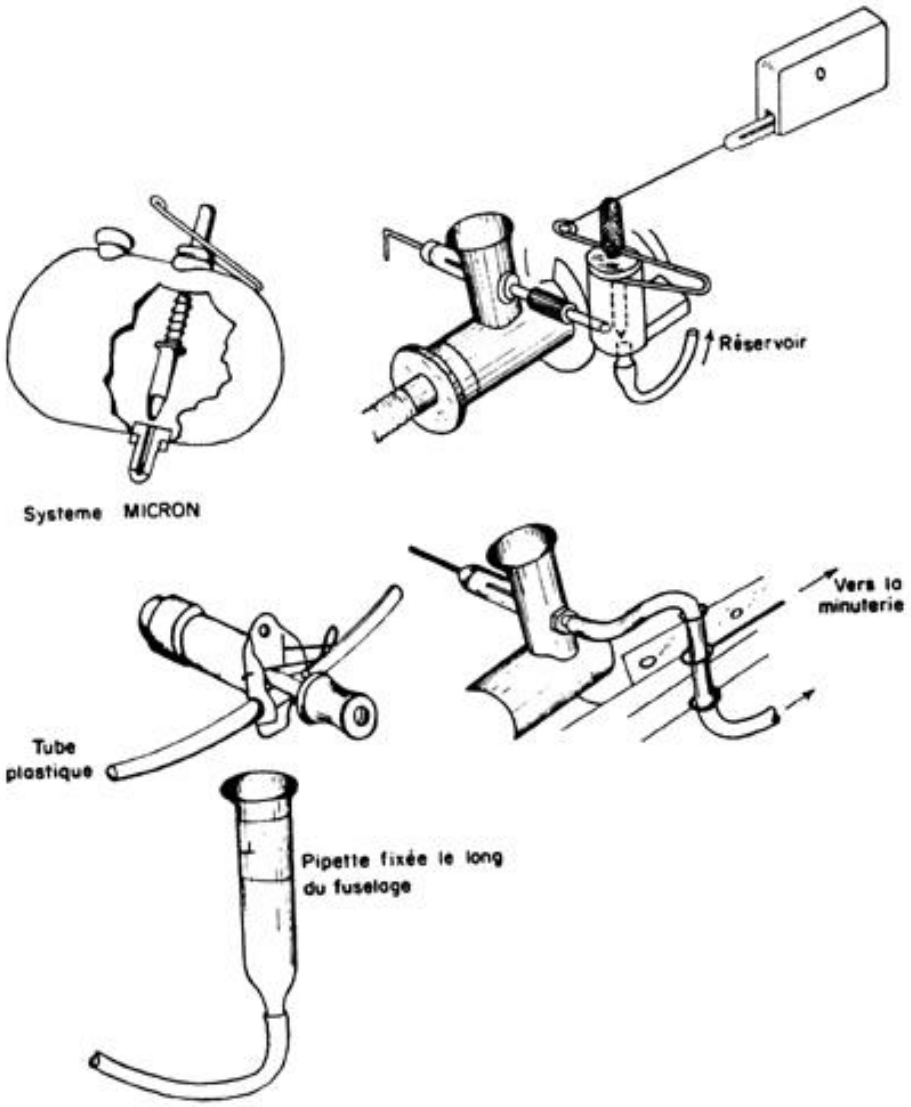
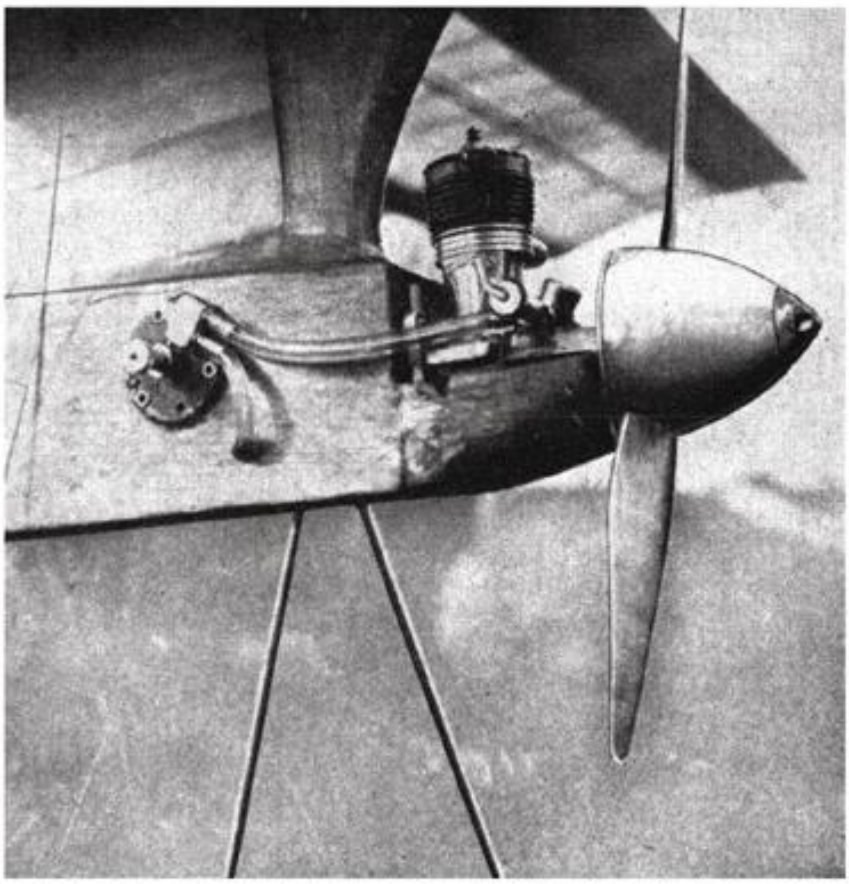


FIG. 58. — Quelques systèmes pour arrêter l'alimentation en carburant afin de limiter le temps de marche du moteur dans le cas du vol libre.

Pour limiter la durée du vol, on doit arrêter l'arrivée du carburant au moteur.

Le plus connu et le plus efficace des systèmes est celui qu'utilisent les moteurs Micron :



Championnat du monde. Cranfield. *Cliché J. G.*

FIG. 59. — Montage d'un moteur TORPEDO de 2,5 cm³ sur un motomodèle. « Formule F. A. I. ». On voit le montage de la minuterie pneumatique qui coupe l'alimentation du carburant.

— c'est un pointeau à ressort qui obture le départ du conduit d'alimentation dans le réservoir lui-même. Ce système à clapet peut être commandé par une minuterie du genre Ferdax utilisée en photo, ou par des minuteries pneumatiques.

Le système à clapet-pointeau peut être indépendant du réservoir et fixé à proximité du carburateur.

D'autres systèmes, plus primitifs, écrasent le tube de plastique par pression, à condition que les tubes ne soient pas durcis. Ces systèmes sont très imprécis.

Enfin, un moyen très sûr, mais aussi imprécis, consiste à utiliser un petit réservoir gradué. Mais la durée peut varier du simple au double, suivant le réglage du pointeau et les conditions de carburation. De plus, il est difficile de faire un réglage correct, les différences de niveau influent beaucoup sur la carburation.

Vol circulaire (fig. 60).

Dans ce cas l'influence de la force centrifuge est prépondérante ; elle plaque le liquide carburant contre la paroi du réservoir qui se trouve vers l'extérieur du virage. De plus, sous

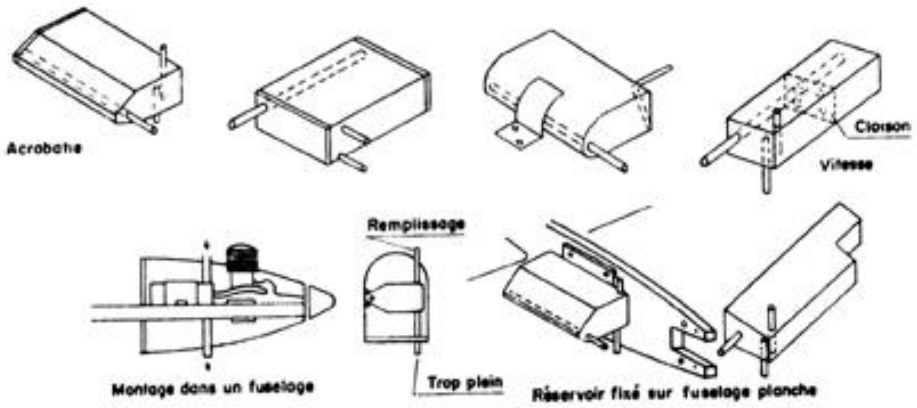


FIG. 60. — Types de réservoir pour vol circulaire.

l'effet de l'accélération, la masse du carburant se trouve chassée vers l'arrière.

Enfin, dans le cas de l'acrobatie, il faut que la prise du tube d'alimentation plonge dans le liquide, quelle que soit la position du modèle au cours des figures (fig. 61).

En plus de la forme elle-même du réservoir, la position en hauteur, par rapport au gicleur, du carburateur, a son importance.

Dans tous les cas, le réservoir doit être aussi près que possible du moteur, et le conduit d'amenée communément appelé « durite » doit faire le moins de coudes possible. Un coude

brusque peut provoquer un pincement et arrêter l'écoulement du carburant (surtout avec les tuyaux en plastique qui ramollissent à la chaleur).

Utiliser toujours des tubes dont le diamètre intérieur est large, même si le moteur est de petite cylindrée : il faut un diamètre intérieur d'au moins 2 mm.

Les réservoirs sont réalisés généralement en tôle mince de fer blanc ou de laiton plus facile à souder pour l'amateur (fig. 62).

Dans le commerce on trouve des réservoirs emboutis dans de la tôle, ou même des réalisations en plastique. Faire attention

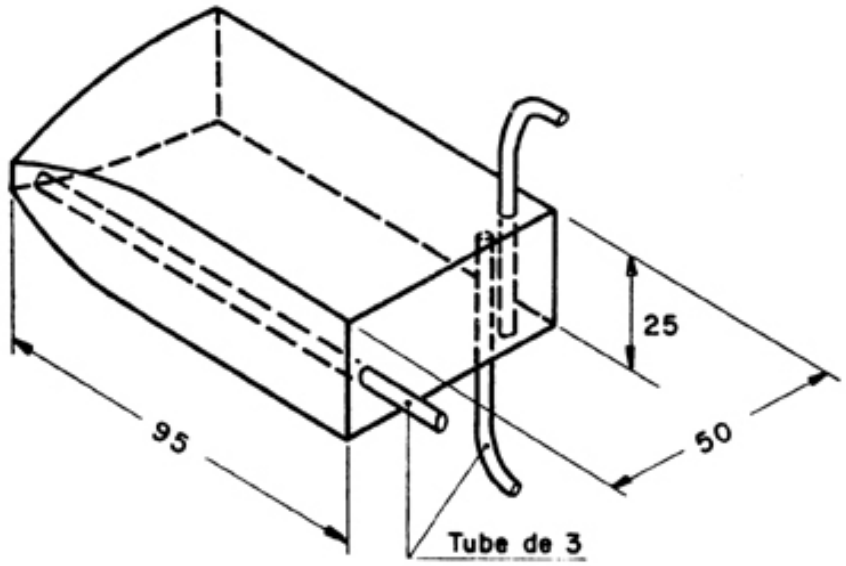


FIG. 61. — Cotes pour le réservoir d'acrobatie type G. ALDRICH, champion national des U. S. A.

que les carburants peuvent attaquer les parois et les dépôts obstruer les canalisations.

Dans le cas des plastiques, certaines compositions réagissent et causent des déformations.

Quel que soit le type de réservoir utilisé, il est recommandé de le fixer solidement dans le fuselage pour éviter tout déplacement et toute vibration.

Enfin il est utile qu'il soit dans un compartiment accessible par une porte de visite pour vérifier son état.

Le remplissage se fait par un tube débouchant sur le dessus du fuselage, tandis qu'un tube de trop-plein permet l'écoulement sous la carlingue (fig. 63).

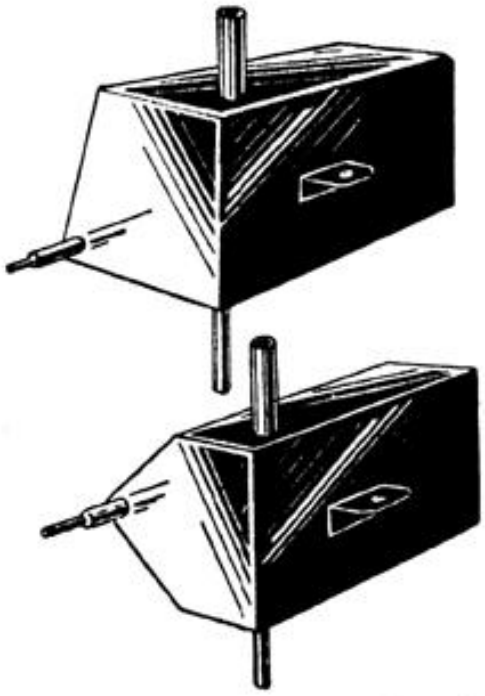


FIG. 62. — Réservoirs réalisés en laiton pour les avions de vol circulaire.

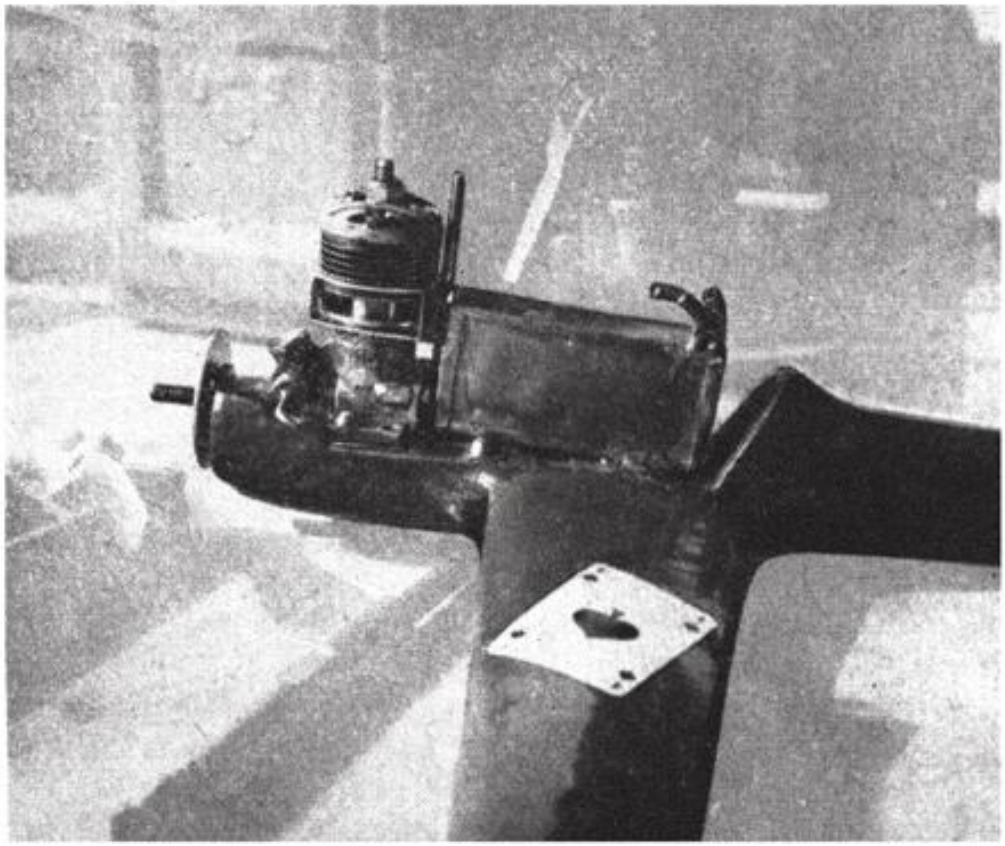


FIG. 63. — Montage d'un moteur de course « TORPEDO », 2,5 cm³ sur un avion de vitesse en vol circulaire. Le capot enlevé on voit le montage du réservoir avec les orifices de remplissage.

CHAPITRE VII

LES HÉLICES

Sans faire une théorie complète sur les hélices, nous croyons nécessaire de rappeler les caractéristiques principales de ce propulseur qui transforme le mouvement de rotation du moteur en un mouvement de translation du modèle.

De plus, comme nous l'avons vu, l'hélice joue le rôle de volant d'inertie pour les moteurs à explosion. Il faut donc que l'hélice ait un certain diamètre et un certain poids, pour faire passer au piston les points morts.

Ne pas oublier qu'à chaque groupe :

« MOTEUR-CELLULE »

correspond une hélice qui donnera le maximum de rendement.

Il n'y a que des essais systématiques d'hélices aux caractéristiques différentes qui permettent de confirmer le meilleur choix.

Une hélice a pour caractéristiques :

a) son diamètre ;

b) son pas ;

c) sa surface de pale.

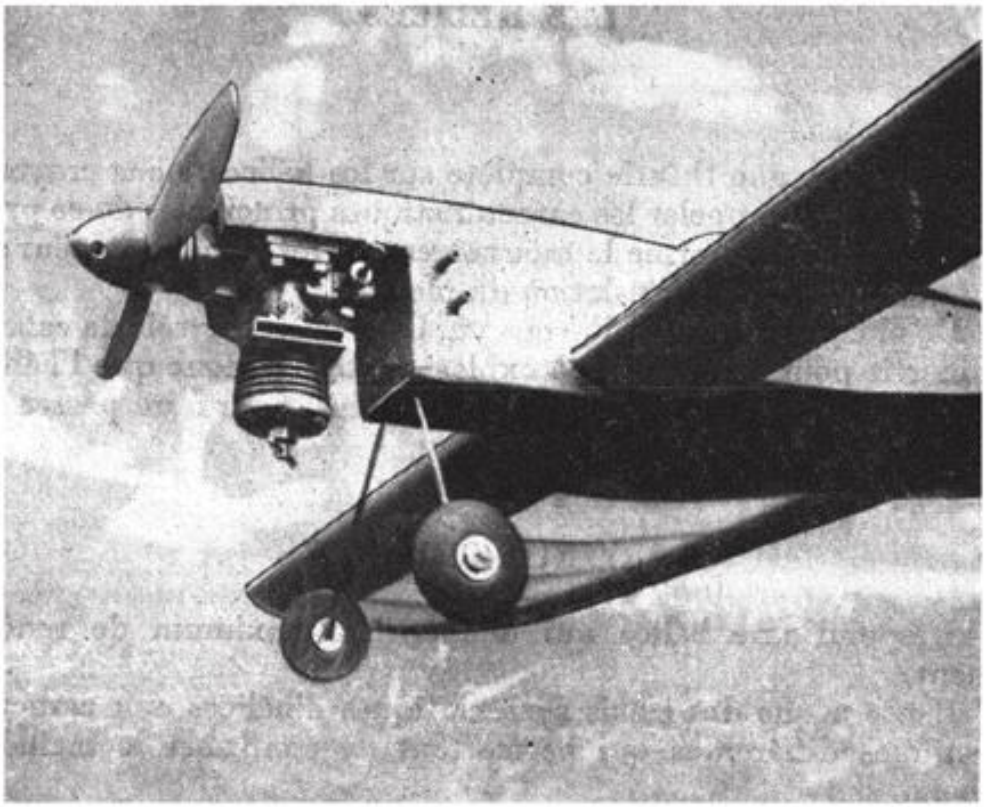
Pour un moteur donné, il y a un diamètre minimum au-dessous duquel le moteur ne peut plus tourner, car l'hélice ne fait plus volant.

Au-dessus d'un certain diamètre ; le moteur est trop freiné et ne peut plus fonctionner normalement, de même si la valeur du pas est trop élevée.

Ce même moteur monté sur l'avion doit utiliser une hélice dont le diamètre et la surface des pales soient en rapport avec la surface des ailes et la résistance à l'avancement du modèle entier.

Une hélice fine et de petit diamètre, même montée sur un moteur très puissant, ne pourra faire voler correctement un gros modèle radio-commandé.

Enfin le pas de l'hélice multiplié par le nombre de tours à la minute du moteur, doit être en rapport avec la vitesse de vol minimum nécessaire à la sustentation du modèle.



Cliché J. G.

FIG. 64. — Montage d'un moteur à auto-allumage de 2,5 cm³ en position inversée, sur un avion d'acrobatie. Remarquez le train d'atterrissage en corde à piano et les tubes de remplissage du réservoir.

Ces quelques données montrent la complexité du problème du choix des caractéristiques d'une hélice et l'impossibilité de donner une formule simple, bonne pour tous les genres de moteurs. Aussi se fie-t-on à l'expérience acquise pour faire un choix approximatif.

A chaque genre de vol, à chaque appareil, correspondent, pour un moteur donné, des types d'hélices particuliers.

Nous mentionnerons comme particulièrement intéressantes

pour les essais systématiques, les hélices à pas réglable, montées sur moyeu métallique : elles permettent de faire des essais de pas et aussi de diamètres, puisque les pales sont interchangeables. (Hélice VALENTIN.)

Quelques définitions à propos de l'hélice.

Pas théorique.

C'est la distance parcourue par la pale en un tour, si elle se déplaçait dans un corps solide (le tire-bouchon dans le liège, l'écrou sur la tige du boulon).

Recul.

L'air étant fluide et compressible, l'avance réelle est inférieure au pas théorique calculé d'après l'angle de calage de la pale. On dit qu'il y a *recul*. On considère généralement que le recul est de 20 à 30 % du pas théorique.

Pas pratique.

C'est le pas théorique diminué du recul. Le pas pratique est donc de 70 à 80 % du pas théorique.

Pas relatif.

C'est le pas pratique divisé par le diamètre de l'hélice.

Mesure du pas.

Par le calcul :

1° placer l'hélice à plat sur une planche ;

2° repérer le diamètre où vous désirez faire la mesure, généralement aux 2/3 du rayon ;

3° mesurer la hauteur du bord d'attaque au-dessus de la planche ;

4° mesurer la largeur de la pale projetée sur le plan horizontal

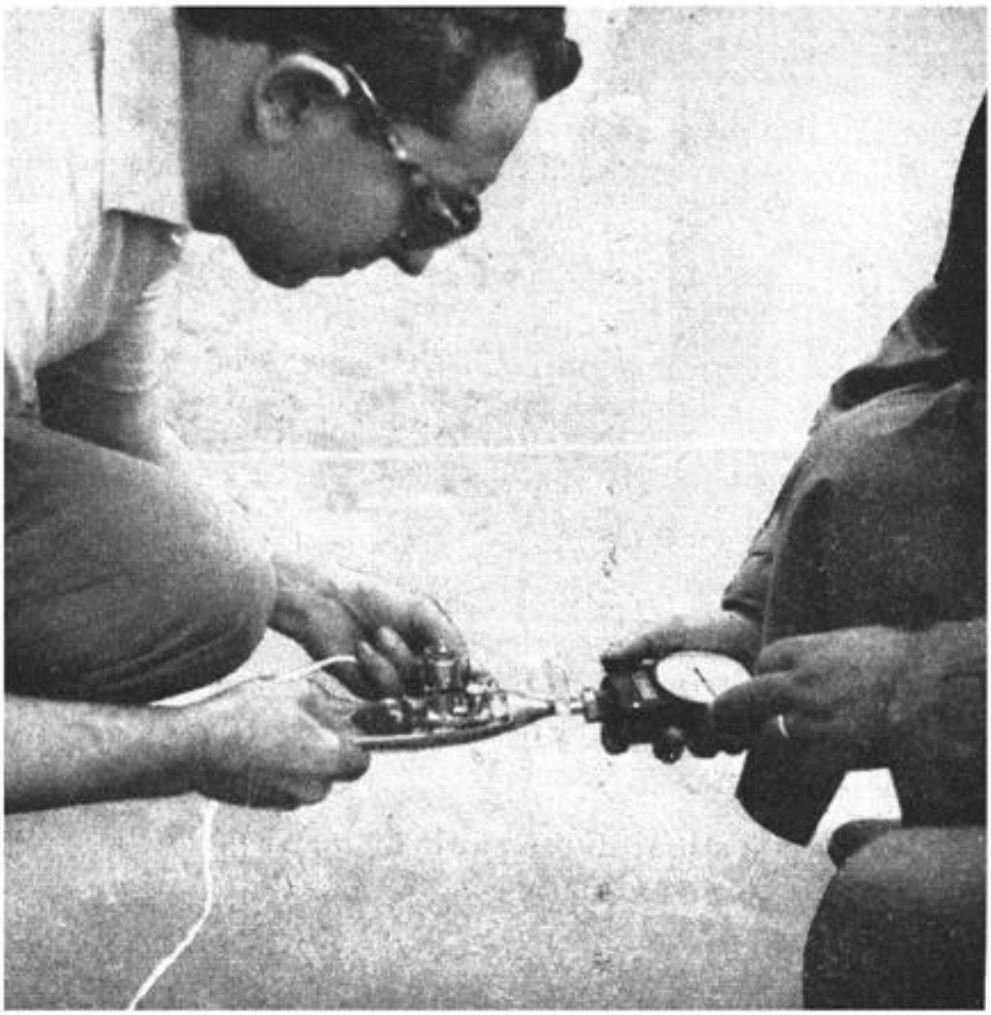
5° le pas est donné par la formule :

$$\text{PAS} = \frac{3{,}14 \times \text{diamètre} \times \text{épaisseur}}{\text{largeur}}$$

Note :

Pour les essais au banc et le rodage utilisez l'hélice de grand diamètre qui facilite les démarrages.

Une gamme d'hélices de diamètre et de pas différents peut se trouver dans le commerce.



Critérium d'Europe. Bruxelles. *Cliché J. G.*

FIG. 65. — Mesure de la vitesse de rotation d'un moteur « SUPER TIGRE » de 2,5 cm³. L'aiguille du tachymètre indique 18.000 tr/mn.

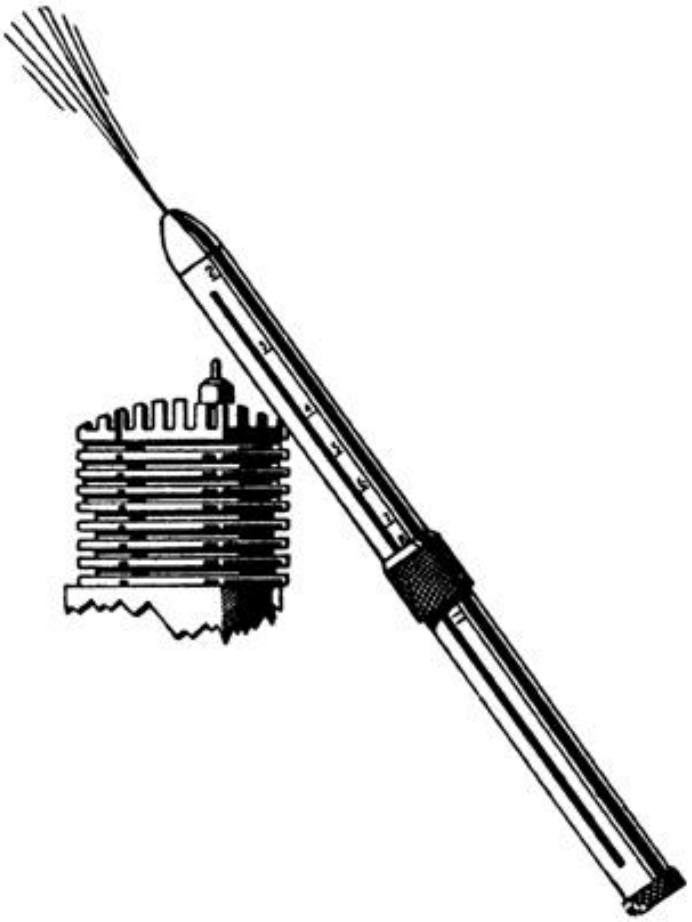
Pour chaque hélice, vérifiez le pas ; ne vous fiez pas au chiffre indiqué.

Lorsque vous avez une hélice qui rend bien, même si elle est cassée, conservez les morceaux, pour retrouver les caractéristiques.

Compte-tours.

Pour faire des essais systématiques d'hélice, il est nécessaire d'avoir un compte-tours qui permet de chiffrer exactement la vitesse de rotation de l'hélice au point fixe (fig. 65).

C'est un appareil coûteux mais nécessaire pour les spécialistes de la vitesse.



(*Cliché Source des Inventions.*)

FIG. 66. — Vibrotest, un appareil simple pour apprécier la vitesse de rotation des moteurs.

On trouve dans le commerce un appareil très simple, qui permet de juger la vitesse des moteurs au cours de leur emploi, c'est le « Vibrotest », dont le principe repose sur les vibrations d'une corde à piano de longueur variable qui entre en résonance avec les vibrations du moteur, lorsque l'amplitude est maximum on lit le nombre de tours à 5 % près (fig. 66).

Hélices conseillées pour les moteurs français.

Nombre de tr/mn	Moteur	Cyl.	Vol circulaire				Vol libre	
			Vitesse		Acrobatie			
			Diam.	Pas	Diam.	Pas	Diam.	Pas
		cc	cm	cm	cm	cm	cm	cm
12 à 14.000	Micron 60 (G P) (1)....	10 cc	23	30				
			20	30				
9.000	Micron 10 (G P) (1)....	10 cc	24	20	26	25	35	15
					28	20		
14.000	Micron 29 (G P) (1)....	5 cc	22	20	25	12		
15.000	Super 29 (G P) (1).....	5 cc	22	20	26	10		
	Super sport (G P) (1)...	5 cc	18	25	26	10	25	15
			18	25	23	17		
			20	20				
9.000	Micron 28 (G P) (1)....	5 cc	18	25	23	17	25	15
			20	20	25	12		
	Micron 5 (A A) (1).....	5 cc	26	25	28	20	35	15
12.000	Micron M. 15.....	2,5	15	23	23	12	22	10
11.000	Micron spécial	2,5	18	20	20	8	20	10
			18	15	20	10	20	15
10.000	Météor 2,5.....	2,5	22	20	23	12	25	12
	Celtic	1,8	22	20	23	12	24	12
7.000	Météor	0,9	18	20	20	12	22	12
	ou Micron.....	0,8	18	20	20	12	22	12

(1) GP, Glow-Plug ; AA, Auto-allumage.

CHAPITRE VIII

PRÉPARATION PRÉLIMINAIRE AUX ESSAIS DE LANCEMENT

1° Démonter le pointeau.

2° Purger l'alimentation en insufflant de l'air avec un tube souple branché sur le remplissage du réservoir. Débrancher la sortie-pointeau. L'air doit « siffler » par le trou carburateur ou gicleur.

Cette opération évite bien des ennuis, car souvent il se forme une pellicule d'huile séchée qui empêche l'amorçage du carburant (notamment avec l'huile de ricin).

Ne jamais nettoyer le trou-gicleur avec une aiguille ou une épingle en acier (si cela était nécessaire utiliser un fil de cuivre).

3° Replacer le pointeau et visser à fond. Resouffler par le tube d'alimentation : il ne doit pas sortir d'air.

4° Dévisser le pointeau, tout en soufflant, dans le tube. L'air doit s'échapper de plus en plus facilement.

Vous avez ainsi vérifié que :

1° le pointeau ferme bien ;

2° le pointeau ouvre l'orifice du gicleur ;

3° l'orifice est débouché.

Si c'est un moteur à étincelle, vérifier le circuit électrique. (Voir chapitre spécial.)

Si c'est un moteur à *glow-plug*, vérifier si le filament rougit, en dévissant la bougie et en la mettant en contact avec la masse du moteur.

REMPLISSAGE ET AMORÇAGE

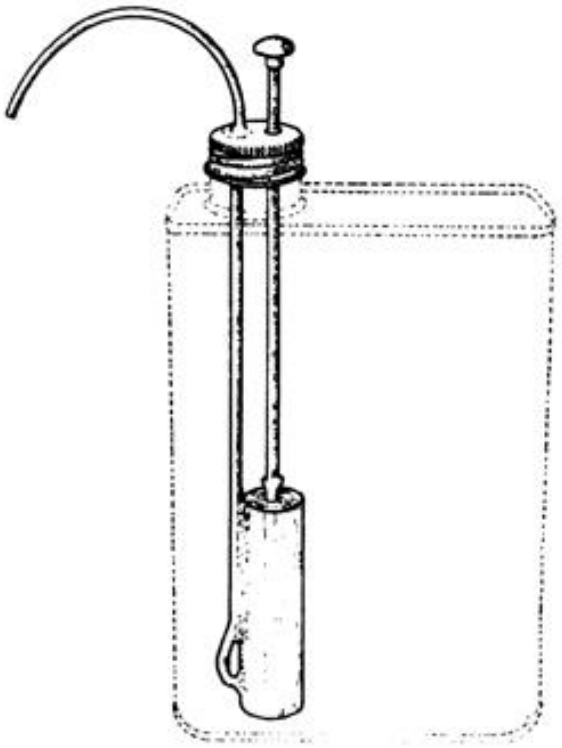
1° fermer le pointeau.

Remplir complètement le réservoir, jusqu'à ce que le trop-plein déborde. C'est particulièrement nécessaire pour les réservoirs de vol circulaire et ceux dits « d'acrobatie ».

2° ouvrir le pointeau du nombre de tours indiqué par le constructeur, ou que vous jugez nécessaire pour avoir la pleine ouverture ;

3° fermer avec le doigt la prise d'air-carburateur. Tourner l'hélice.

Si le conduit d'amenée du carburant est en plastique transparent, on doit voir arriver le liquide.



Fabrication MICRON.

FIG. 67. — Pompe à carburant destinée au remplissage des réservoirs. Cette pompe évite les entonnoirs, le gaspillage de carburant, etc. C'est une réalisation mécanique pratique.

Débouchant la prise d'air, on doit entendre un gargouillis dans le carburateur, signe que l'alimentation se fait.

Tous les moteurs démarrent généralement avec un excès de carburant. On ne doit pas craindre de les noyer (sans excès cependant).

Note.

Si le niveau du réservoir est plus haut que le gicleur, il faut avoir soin de fermer le pointeau dès l'arrêt des manœuvres, sinon le carburant peut continuer à s'écouler et le moteur pourrait être noyé avant le lancement.

Remarque.

Lorsqu'on a un réservoir de niveau légèrement en dépression, dans le conduit d'amenée du carburant, surtout s'il est de petit diamètre, il se produit quelquefois une bulle d'air qui navigue dans le conduit et désamorce à chaque tour l'aspiration, empêchant une alimentation régulière.

On devra donc bien vérifier et éliminer ces bouchons d'air, en fermant l'entrée d'air et en tournant l'hélice pour les aspirer.

Mise en marche.

Bien sûr, vous aurez lu et relu la notice accompagnant le moteur, quelques-uns ont des méthodes de lancement particulières, mais dans l'ensemble, les directives sont les mêmes pour tous.

S'assurer encore une fois que l'hélice est bloquée sur l'axe et que le réservoir est plein.

Moteur à allumage par bougie à étincelle.

Montage des accessoires.

Au circuit de principe décrit figure 38, on ajoute quelques accessoires supplémentaires pour faciliter les manœuvres.

1° Montage du déclencheur coupe-circuit ou interrupteur. On le place en général entre 6 et 5 sur le fil de masse. En cas de mauvais isolement il n'y a pas de risque de court-circuit avec la masse ;

2° Autre accessoire indispensable ; prise de courant pour la batterie de démarrage. Les bornes de sorties sont prises sur le fil entre les points 6 et 5 pour le — et pour le + entre 1 et 2.

Les connexions ainsi faites, permettent le démarrage sur batterie extérieure, sans fatiguer les piles, si on a eu soin de couper le circuit en AB, par ouverture de l'interrupteur.

Pour passer sur les piles on ferme l'interrupteur et ensuite on retire les prises de la batterie. Les fils de batterie doivent correspondre aux polarités du montage.

La prise extérieure + doit être bien isolée de l'ensemble du modèle.

Aux environs du moteur, les fils allant au rupteur se trouvent généralement dans un bain d'huile et d'essence, il est recommandé de les placer dans une gaine imperméable qui les isole parfaitement.

Eviter les montages compliqués, les fils qui s'entre-croisent, les fils torsadés qui augmentent la longueur et les soudures inaccessibles après montage.

Le montage sur bâti amovible présente à ce sujet de grands avantages pour une vérification rapide.

Démarrage.

Le circuit électrique correctement établi avec une bonne source (accu, pile ménage ne faisant pas plus de 4,5 volts) :

1° Vérifier votre allumage en dévissant la bougie pour pouvoir tourner librement l'hélice, tenir l'isolant du fil de la bougie et écarter son extrémité métallique d'au moins 4 mm d'une pièce métallique du moteur.

L'étincelle doit jaillir régulièrement à chaque tour.

Si vous ne sortez pas d'étincelle avec un écartement de 4 mm, inutile d'essayer ; votre pile ou accu n'est pas assez puissant ou il y a un mauvais montage dans votre circuit.

2° Brancher le fil sur la bougie et vérifier que la bougie donne une étincelle à l'air libre en plaçant le culot sur une partie métallique du moteur ou masse.

Après cet essai, visser la bougie en n'oubliant pas la rondelle faisant joint ; l'écartement des pointes de la bougie doit être de 5/10 environ.

3° Vérifier la position de la came d'allumage.

L'allumage se produit au moment où les vis de contact du rupteur décollent ; vérifier que la came est bien à sa place et qu'en position d'avance nulle, le décollage se produit juste au moment où le piston commence sa descente, mouvement visible en l'observant par l'échappement ou à défaut en retirant la bougie et en plaçant une tige qui suit les mouvements du piston.

En principe cette vérification n'est pas nécessaire, mais sur certains moteurs la came se déplace facilement pendant le montage et si on n'y prend garde sa position peut être défectueuse rendant ainsi le départ impossible.

4° Remplir le réservoir du mélange essence et huile soigneusement filtré.

L'huile de table, l'huile de vaseline sont à prohiber, n'ayant aucun pouvoir lubrifiant aux températures élevées.

5° Ouvrir le pointeau du nombre de tours indiqué par le constructeur. Fermer la prise d'air. Avance à l'allumage neutre (allumage au point mort haut).

Tourner l'hélice avec l'index en appuyant par exemple aux deux tiers du rayon de la pale, dans le sens de la marche du moteur (fig. 68).

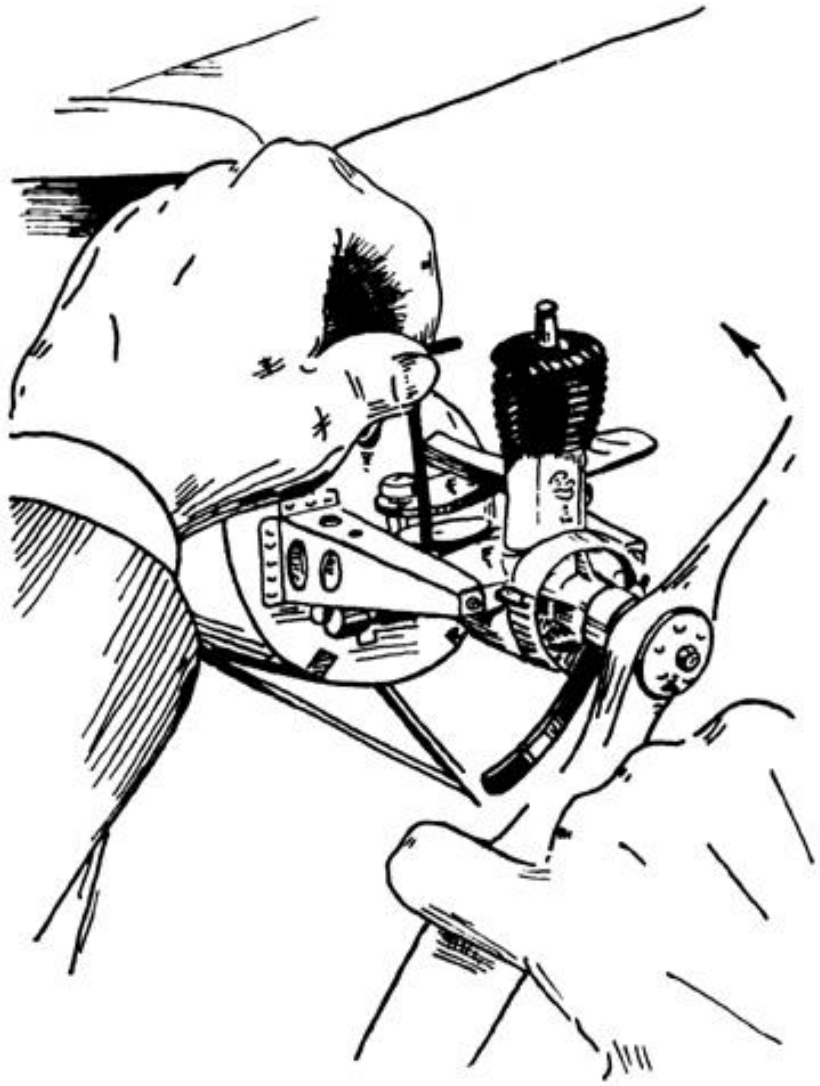


FIG. 68. — Position des mains pour le réglage du pointeau et le lancement de l'hélice.

Dès qu'une explosion se sera produite ouvrir très légèrement l'air et lancer le moteur vigoureusement.

En principe il doit tourner, ouvrir doucement la prise d'air et le moteur accélère ; si l'on poursuit l'ouverture progressivement, il se peut que le moteur faiblisse, c'est normal, ayant

augmenté le volume d'air aspiré ; pour garder la proportion en mélange air-essence, il faut augmenter le débit d'essence en ouvrant légèrement le pointeau.

L'air grand ouvert, laissez tourner le moteur quelques secondes pour qu'il s'échauffe, puis mettre un peu d'avance à l'allumage en déplaçant le levier du dispositif d'avance dans le sens opposé à la rotation.

Le moteur accroît sa vitesse, il y a lieu d'augmenter le débit d'essence, puisque tournant plus vite il consomme plus.

Chercher le nouveau point de carburation ; mais lorsque votre moteur est neuf, ne le faites pas tourner longtemps plein gaz. Attention à l'usure prématurée.

Repérer avec soin la position du pointeau pour la marche plein gaz ainsi que le point de démarrage (l'avance à zéro).

Lorsqu'un moteur est bien conçu, la prise d'air est réglable. Sur les moteurs du commerce on a en général supprimé cette prise d'air, les démarrages sont plus délicats.

En effet, pour faire monter l'essence, on obture la prise d'air avec le doigt, et dès qu'il y a explosion on dégage la prise d'air qui passe au maximum d'un seul coup.

D'autre part, devant certaines conditions extérieures : froid, altitude, la prise d'air réglable permet une meilleure carburation par un réglage approprié.

Lorsque l'on sait se servir d'une prise d'air réglable on ne peut s'en passer ; il est facile d'en doter les moteurs en établissant un petit volet mobile obturant la prise d'air.

Les pannes.

A. — *Le moteur démarre et s'arrête après quelques tours :*

a) S'assurer que le réservoir est bien plein ;

b) Que l'essence arrive bien, souffler dans le conduit d'amenée d'essence ;

c) Pointeau ouvert — une saleté est coincée par intermittence dans le conduit ;

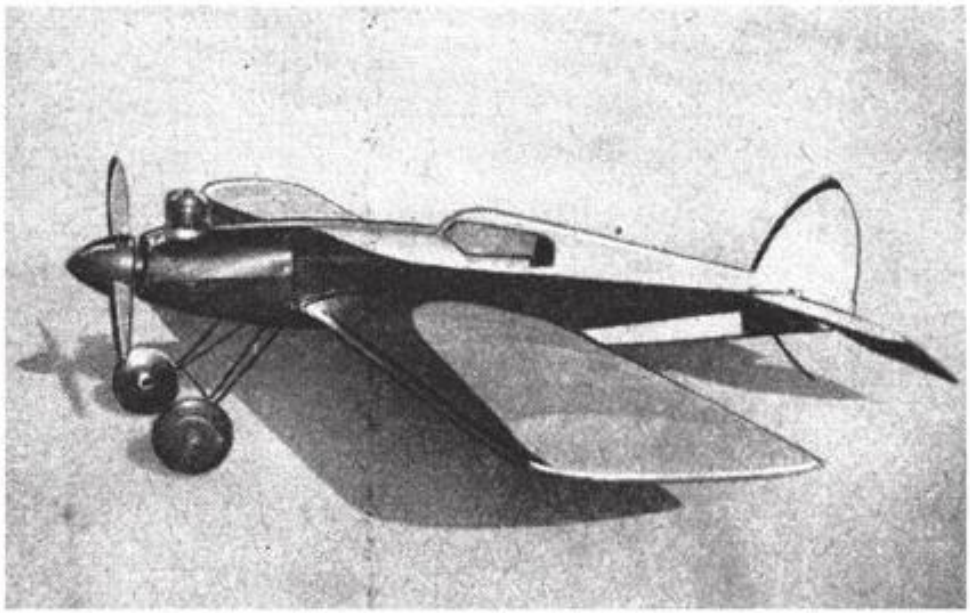
d) Vérifier la tension des piles ou de la batterie, immédiatement après l'arrêt du moteur, vérifier que l'étincelle donne 4 mm à l'extrémité du fil de bougie. Après quelques tours il se peut que vos piles soient dégonflées, une pile neuve n'est pas toujours une pile fraîche.

Pour vos essais de mise en marche ayez toujours un petit accu de démarrage de 4 V pas plus.

Une pile peut donner 4 volts au repos, mais ne rien donner en ampères pendant la mise en charge dans le circuit.

e) Vérifier les connexions, en marche les vibrations peuvent provoquer un mauvais contact. En principe toutes les connexions doivent être soudées.

f) Mauvais réglage du pointeau pas assez ouvert, le moteur démarre par l'excès d'essence qui se trouve dans l'admission par suite des tentatives précédentes, mais dès qu'il tourne il n'est plus assez alimenté et s'arrête après avoir fait une pointe qui fait croire au bon réglage ; ouvrir le pointeau légèrement.



Plans Guillemard

FIG. 69. — Avion d'acrobatie SYRK pour moteur 5 cm³.

B. — *Le moteur refuse de partir :*

a) *Allumage.*

Le circuit est correctement monté (en principe) et la position de la came correspond bien au sens de rotation :

1° Démonter la bougie, vérifier à l'air libre la régularité de l'étincelle, mais ce n'est pas une preuve qu'il y ait allumage dans le cylindre, avec la compression.

C'est pourquoi il faut toujours avoir une bougie neuve de rechange dont le fonctionnement soit sûr.

2° Vérifier que l'on tire une étincelle de 4 mm entre l'extrémité du fil de bougie et la masse du moteur ; si vous tirez moins de 4 mm inutile d'essayer la mise en marche.

3° S'il n'y a pas d'étincelle à la sortie haute tension, examiner les contacts du rupteur, vérifier qu'ils appuient avec force, les nettoyer en frottant leur surface au papier abrasif très fin. L'écartement des contacts ouverts, doit être très faible 1/2 mm maximum, moins il y aura d'écartement, mieux ce sera

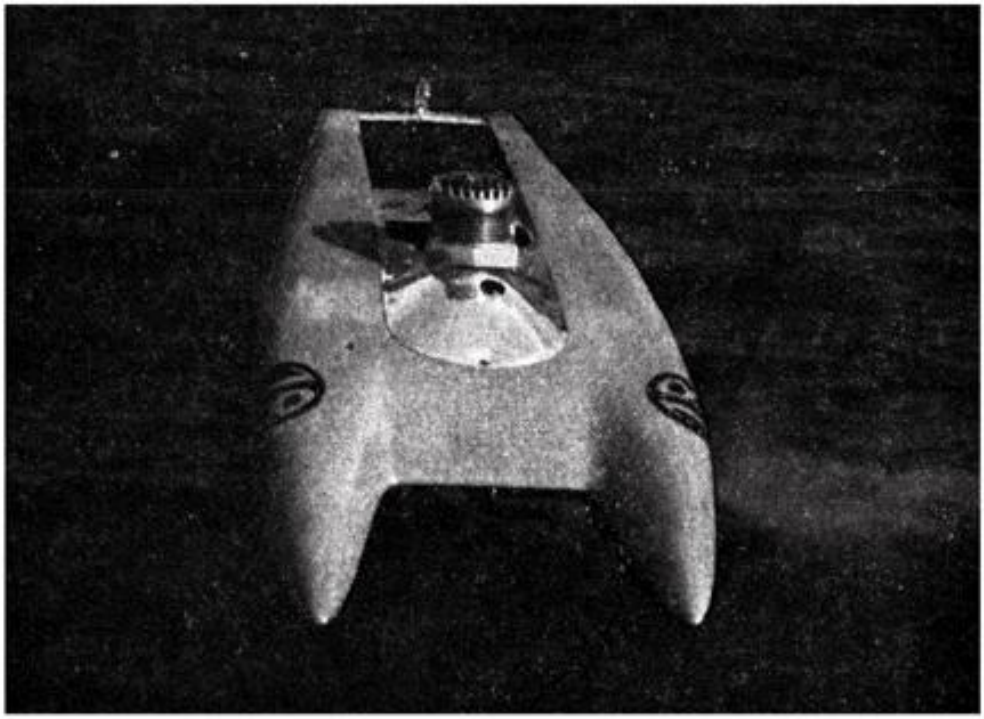


FIG. 70. — Un racer de vitesse équipé d'un moteur HORNET, 10 cm³.

(mais il faut cependant une rupture du courant). Pour vérifier si le courant passe entre les contacts, brancher une petite lampe de poche de 4,5 volts entre la sortie de la batterie et la prise du circuit 6. Tourner l'hélice, la lampe doit s'allumer à chaque tour, sinon il y a un mauvais contact au rupteur, ou une faute de montage.

4° Si le courant passe dans le circuit basse tension, il y a peut-être rupture du fil haute tension à l'intérieur de la bobine. Vous ne le saurez qu'après essai avec une bobine et un condensateur sûrs (venant d'un moteur marchant régulièrement, neuf ou garanti).

QUELQUES PANNES

Le moteur refuse de partir

Pas d'étincelle à la bougie	1° Bougie	Bougie noyée par l'huile : sécher à l'acétone. Pointes d'électrodes trop écartées : à rapprocher. Porcelaine encrassée : faire tremper dans l'acétone. Porcelaine fêlée, l'étincelle jaillit au fond du culot : changer de bougie.
	2° Mauvais montage	Vérifier le câblage de point en point. Refaire les soudures et connexions.
	3° Batterie faible	Vérifier au voltmètre ou en appréciant l'éclat d'une petite ampoule, la qualité de la batterie.
	4° Rupteur mal ajusté	Les points de contact sont sales : décrasser au papier abrasif. Les points de contact ne se touchent pas, ou mal.
	5° Condensateur	Condensateur claqué, il y a quelques étincelles irrégulières et faibles : changer le condensateur.
	6° Bobine	La sortie haute tension est coupée. Fil de bougie mal isolé et mis à la masse.
Bon allumage carburation défectueuse	1° Le pointeau n'est pas assez ouvert	
	2° Pas d'essence dans le réservoir	
	3° Arrivée d'essence bouchée	a) Retirer le pointeau et souffler avec un raccord pour dégager le conduit d'arrivée d'essence. b) Démonter la canalisation pour ramoner avec un fil de laiton.
Bon allumage moteur noyé	1° Pointeau trop ouvert	a) Refermer complètement le pointeau, tourner l'hélice. Air grand ouvert jusqu'à ce qu'il n'y ait plus d'explosion.
	2° Tourné trop longtemps l'hélice sans avoir d'allumage	b) Fermer le pointeau, retourner le moteur bougie enlevée pour évacuer l'essence-huile contenues en excès dans le carter.

QUELQUES PANNES (suite)

Le moteur s'arrête brusquement après quelques explosions

Le moteur part tourne plein gaz et s'arrête	1° Mélange trop pauvre	Pointeau pas assez ouvert.
	2° Mauvais allumage	Batterie trop faible. Rupteur déréglé, vis de contact trop écartée.
	3° Rupture du circuit	Vérifier le câblage.
Le moteur tourne irrégulièrement	1° Mélange trop riche 2° Mauvais allumage	Pointeau trop ouvert. Pas assez d'air. Voir batterie, rupteur.

Le moteur s'arrête après avoir tourné régulièrement

	1° Manque d'essence	Tubulure coupée, saleté obturant le conduit.
	2° Mauvais allumage	Batterie faible.
	3° Circuit coupé	Mauvaises connexions.
	4° Le moteur chauffe et serre	Lubrification insuffisante, mauvaise huile. Mauvaise proportion essence-huile : 20 à 25 % minimum.

S'il y a une panne, il ne faut pas la chercher dans la mécanique, mais dans l'alimentation et dans l'allumage.

Inutile de démonter le moteur et d'essayer de modifier quelque chose. Cependant, il existe une cause de pannes fréquentes, même sur les moteurs ayant bien fonctionné. Ces pannes proviennent du pointeau qui, par suite des manipulations répétées a pris un jeu excessif.

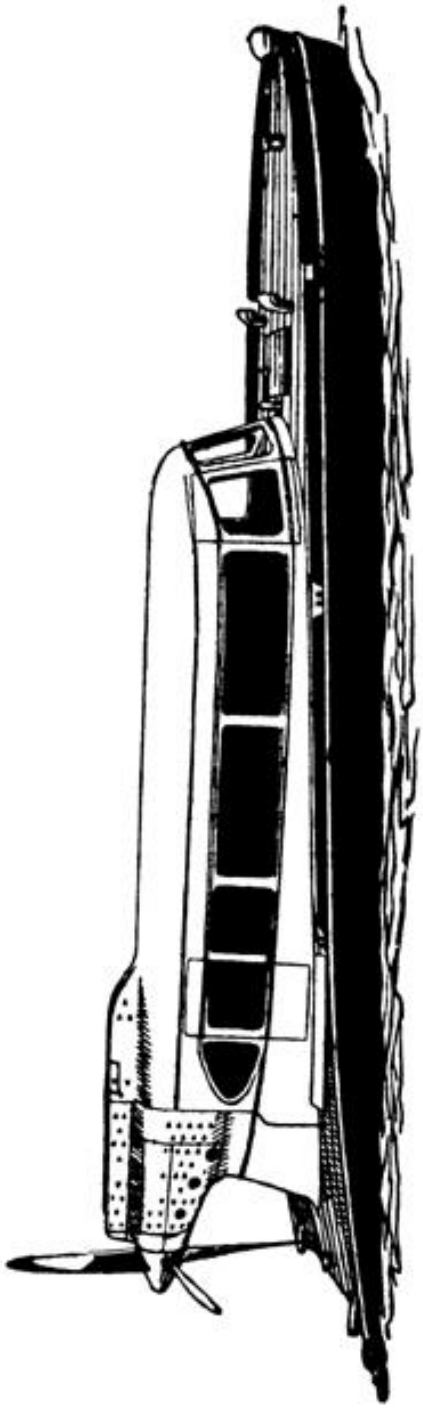
b) *Alimentation :*

Il y a un bon allumage.

1° Vérifier encore une fois que le réservoir est plein.

2° Retirer la bougie et verser directement dans le cylindre 2 à 3 gouttes d'essence, replacer la bougie et essayer de lancer le moteur, s'il y a quelques explosions et quelques tours d'hélice, la panne vient de l'alimentation.

Cherche la position du pointeau en ne vous fiant plus aux



(*Plan et cliché Source des Inventions.*)

FIG. 71. — **Maquette d'hydroglisseur type « Arc-en-Ciel » de Couzinet.**
Un compromis entre l'avion et le bateau. Convient pour la télécommande.

indications données par le constructeur quant au nombre de tours d'ouverture.

Fermer complètement le pointeau.

Bien tourner l'hélice pour être sûr qu'il n'y a plus d'essence dans le carter, le moteur ayant été noyé par les essais précédents et ouvrir petit à petit le pointeau de 1/4 de tour en 1/4 de tour, pour chaque position essayer 3 ou 4 lancements.

De temps en temps refaites une injection d'essence, soit par le trou de bougie, soit par l'échappement.

Procéder avec calme, ne pas tourner brusquement le pointeau de 2 ou 3 tours, vous passeriez peut-être la bonne position.

Si le moteur démarre sur une position, ne vous précipitez pas sur le pointeau, mais laissez tourner, s'il s'arrête recommencez le démarrage sans rien modifier.

S'il tourne, cherchez la bonne carburation, soit en augmentant l'ouverture, soit en la diminuant. Ensuite régler par la prise d'air qui sera restée presque fermée pendant l'opération.

3° Le moteur démarre sur une injection directe d'essence, mais s'arrête même le pointeau grand ouvert.

a) Il y a une saleté dans le conduit, l'expulser en soufflant avec un raccord de pompe à vélo ou en passant un fil de fer fin.

b) Le raccord entre le pointeau et le réservoir est peut-être dessoudé provoquant ainsi une prise d'air supplémentaire. Inconvénient fréquent avec l'alimentation par succion.

4° L'essence est peut-être mauvaise, éviter l'emploi des essences spéciales dites « aviation », etc.

La meilleure essence est celle dite « tourisme ».

Ne jamais employer d'éther dans un moteur à allumage.

5° Il peut y avoir rentrée d'air (joint de bougie, de canal de transfert mauvais).

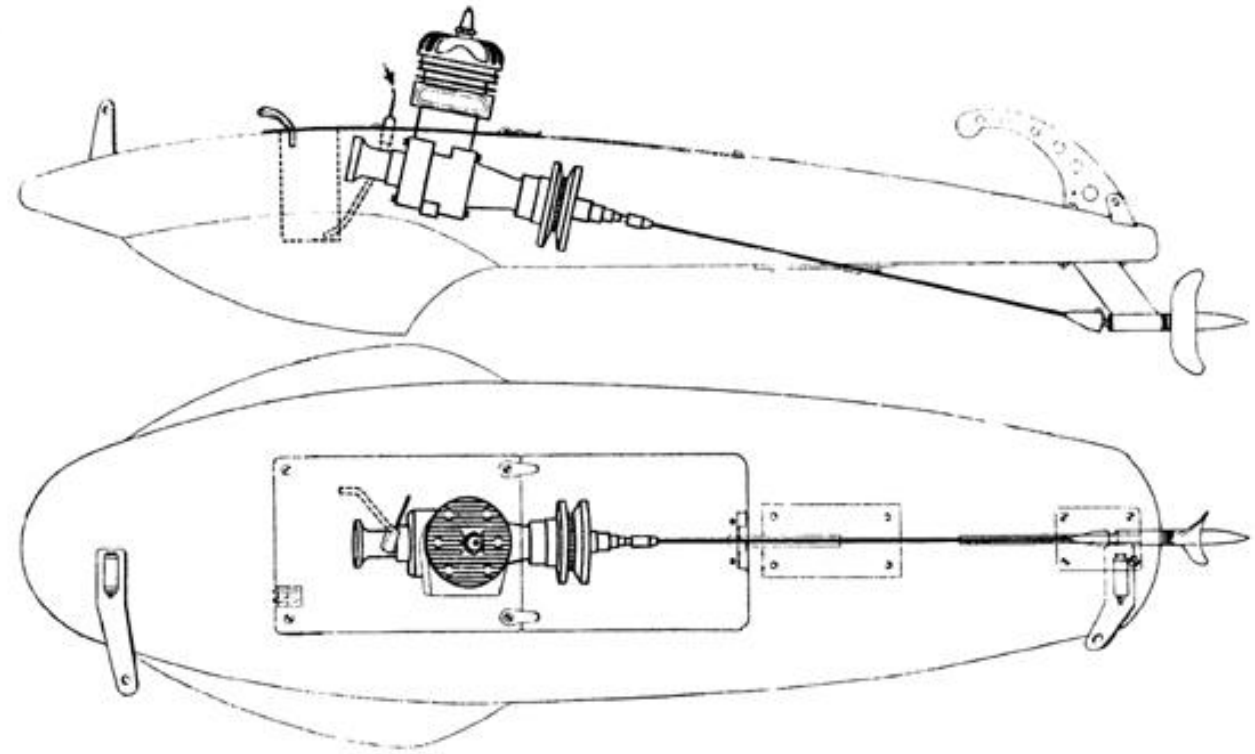
Moteur à glow-plug.

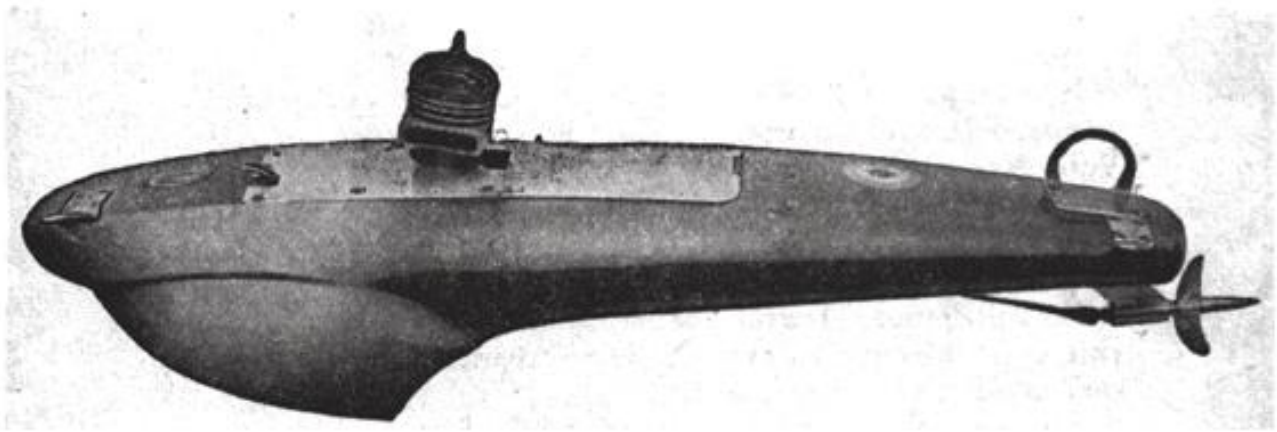
Pointeau fermé, tourner encore l'hélice quelques tours, pour bien vider le carter et être sûr de partir à sec.

Avec une seringue ou le tube verseur du flacon, injecter directement dans la pipe d'admission ou par les orifices d'échappement, environ 1 cm^3 de carburant.

Brancher les fils de la pile ou de l'accumulateur, l'un sur la masse du moteur, l'autre sur l'électrode centrale de la bougie.

Le filament rougit instantanément et on entend un grésillement à l'intérieur du cylindre.





(Plan Source des Inventions.)

FIG. 72. — Racer de course circulaire de classe internationale.
« PENARD V ». Moteur Micron 60.

Se placer devant le moteur et lancer l'hélice dans le sens contraire des aiguilles d'une montre, en appuyant, avec l'index de la main droite, sur la pale supérieure et en l'accompagnant rapidement au moins 1/4 de tour. Dégager la main du cercle balayé par l'hélice,

En principe, le moteur part sur la quantité de carburant injecté, et, par tâtonnements, vous trouverez la proportion suffisante pour une succession d'explosions.

Débrancher la batterie.

Ouvrir alors le pointeau du nombre de tours indiqué par la notice de constructeur du moteur.

Refaire l'injection. Rebrancher la batterie. Lancer l'hélice, et le moteur partira.

Débrancher le chauffage de la *glow-plug* dès les premières explosions.

Si le moteur démarre, tourne quelques dizaines de tours, puis s'arrête, deux cas peuvent se produire...

Une oreille exercée décèle immédiatement la cause, mais le néophyte doit s'entraîner à trouver la raison de cet arrêt.

1° *Le pointeau n'est pas assez ouvert.*

Le moteur démarre sur la quantité injectée, monte rapidement en régime, et s'arrête.

Si vous refaites la même opération d'injection sans toucher au pointeau et que le même arrêt se produise après une « pointe », ouvrez le pointeau de 1/4 ou 1/2 tour maximum suivant les moteurs.

Recommencez l'opération ; le moteur doit augmenter son temps de marche normale avant la pointe précédant l'arrêt. Vous êtes sur la bonne voie — ou même le moteur continue à tourner sans s'arrêter — vous avez trouvé le bon réglage qu'il vous suffira de fignoler de 1/10 de tour pour avoir le réglage parfait.

En cas de nouvel arrêt, mais toujours après une pointe, enrichissez le mélange en ouvrant le pointeau de 1/4 de tour, jusqu'à avoir une marche régulière.

Si vous n'arrivez pas à obtenir satisfaction, vérifiez :

1° que le réservoir est plein (même si vous en êtes sûr !) ;

2° que le conduit d'amenée n'est pas obstrué ;

3° que le gicleur n'est pas bouché par une poussière ;

4° que la composition du mélange de carburant est correcte ;

5° que la *glow-plug* est en bon état.

2° *Le pointeau est trop ouvert.*

Le moteur part sur l'injection et s'« étouffe » en perdant son régime plus ou moins rapidement. On peut avoir des gouttelettes de carburant crachées par l'échappement.

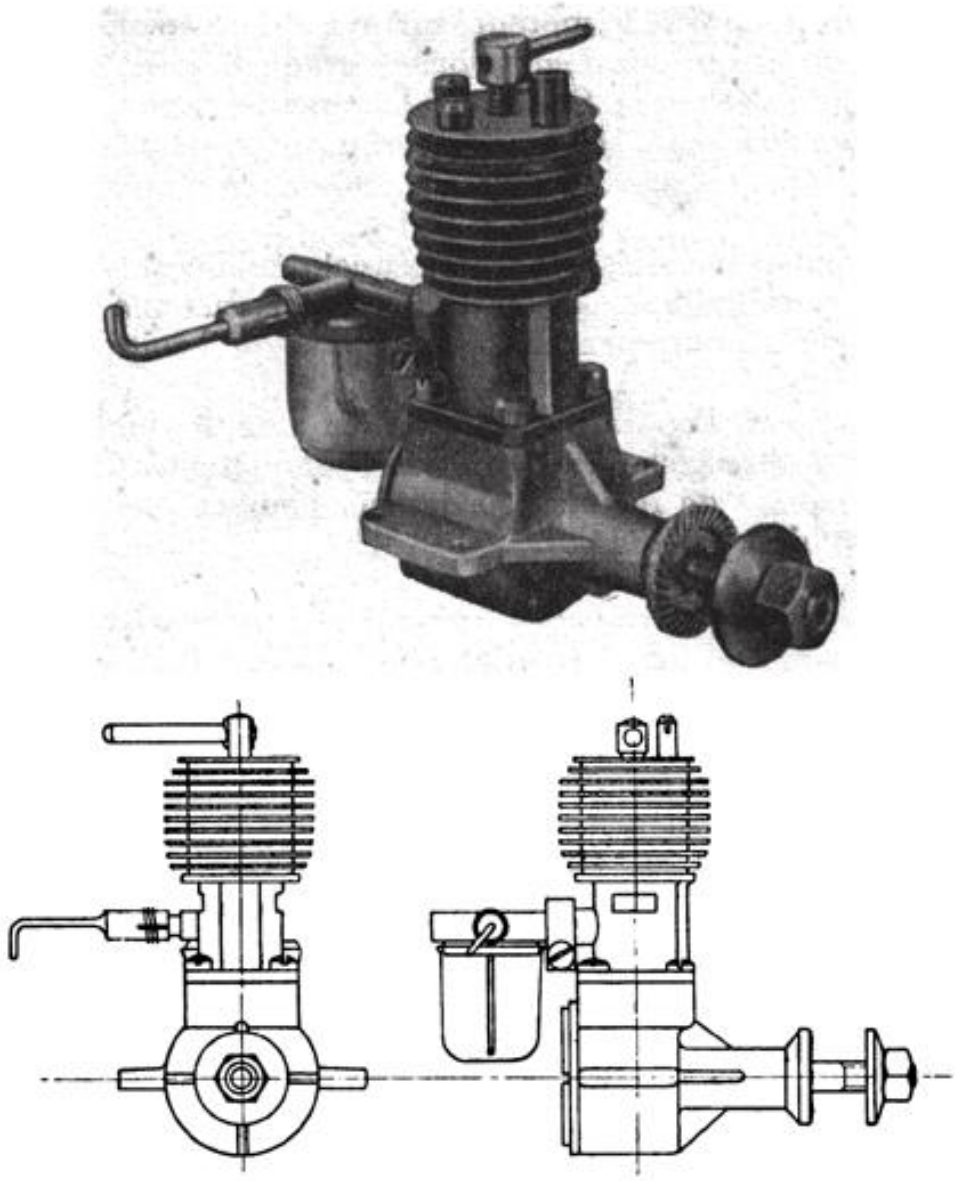


FIG. 73. — Moteur « METEOR », 0,9 cm³ à auto-allumage. Conception Maraget.

Si, après l'arrêt, on le relance (après avoir rebranché la *glow-plug*) sans avoir touché au pointeau il redémarre sans injection, mais s'arrête à nouveau, après avoir tourné quelques instants.

Le moteur est réglé *trop riche*.

Il faut fermer le pointeau de 1/4 de tour jusqu'à avoir une marche normale et continue.

Attention.

Il se peut aussi que le moteur, surtout s'il est neuf, démarre normalement et que son régime baisse graduellement au fur et à mesure qu'il s'échauffe. On dit que le moteur« serre», soit qu'il ne soit pas assez rodé, soit que le carburant n'ait pas assez de lubrifiant. Dans ce cas, augmentez la proportion d'huile pour les débuts.

Généralement si on laisse le moteur quelques minutes à l'arrêt, pour qu'il se refroidisse, on pourra le relancer sur une injection et avec le pointeau un peu plus ouvert pour qu'il soit plus riche et plus lubrifié.

Recommencez l'opération jusqu'à ce que le moteur soit rodé : c'est-à-dire jusqu'à ce qu'il vide complètement un réservoir sans baisser de régime. Ne jamais pousser plein gaz un moteur qui n'est pas rodé.

Le moteur refuse de partir sur injection directe	Réservoir plein Conduit débouché	Glow-plug grillée ou chauffage insuffisant	
Le moteur part sur injection directe	fait une pointe de vitesse et s'arrête	Mélange pauvre	Ouvrir le pointeau
Le moteur part sur injection	s'étouffe progressivement, s'arrête	Mélange trop riche	Fermer le pointeau

Moteur à auto-allumage « DIESEL ».

Vérifier que la manette de compression est en position de départ (qui devrait toujours être indiquée) à moins qu'il y ait, comme dans certains moteurs, une butée empêchant de faire plusieurs tours.

Dans le moteur à auto-allumage il y a toujours une incertitude sur la position de cette manette quand on ne connaît pas le moteur. Les constructeurs disent bien que le moteur est livré avec la manette en position de départ, mais comme le moteur a certainement été manipulé par des mains curieuses, imman-

quablement le premier geste aura été de tourner le levier. On ne peut donc pas, *a priori*, se fier à la position, à moins que le moteur n'ait été essayé devant vous et que vous reteniez bien l'emplacement de départ.

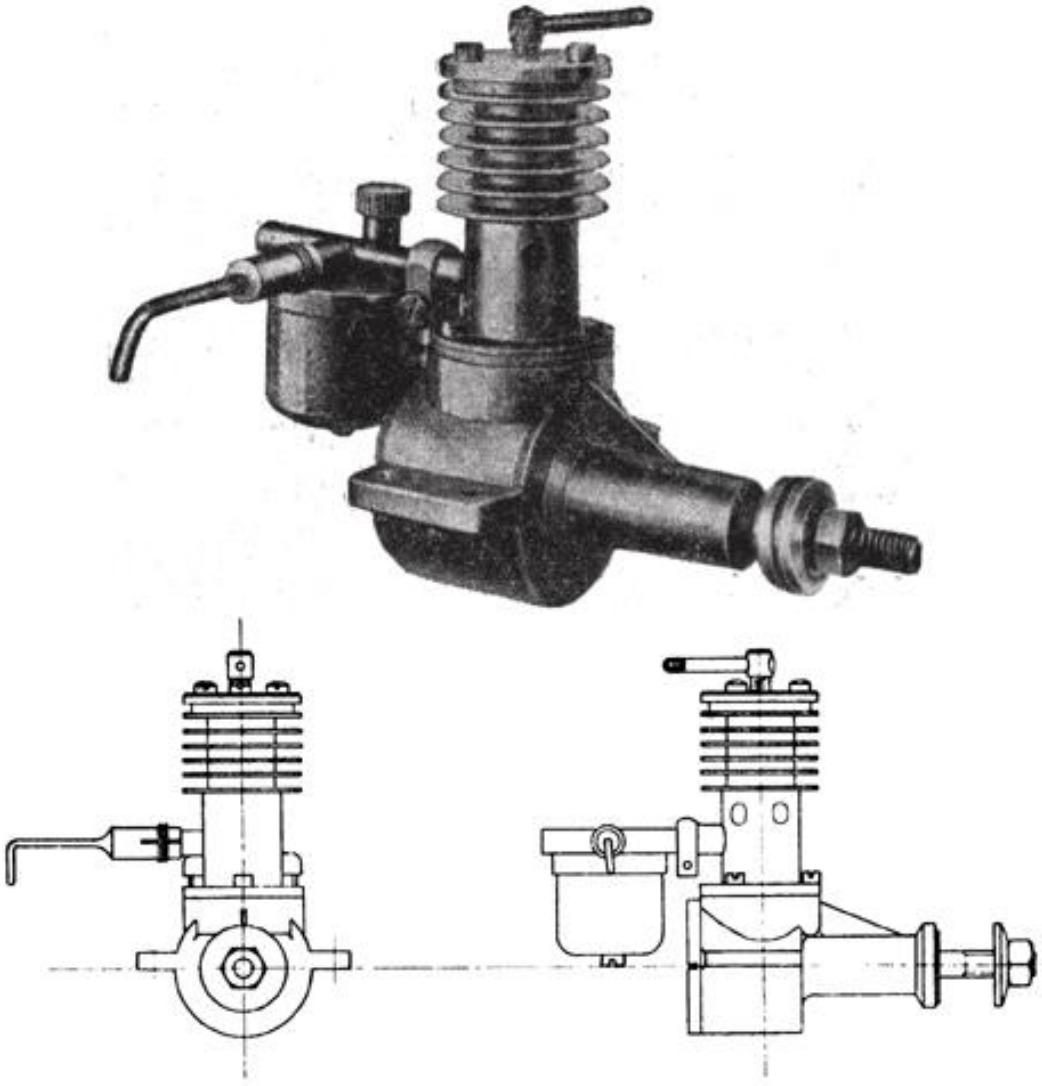


FIG. 74. — Moteur « LE CELTIC », 1,8 cm³ à auto-allumage. C'est le moteur type pour s'initier au fonctionnement des petites cylindrées.

Pour connaître la position de compression maximum et de décompression, voici comment vous y prendre :

— Vissez à fond le levier pour pousser le contre-piston à sa position basse, c'est-à-dire au maximum de compression, puis dévissez à fond, en comptant le nombre de tours faits à la manette.

— Tournez ensuite doucement l'hélice bloquée sur l'axe. Vous sentez un « *dur* », c'est que le piston est au contact du contre-piston. Si vous poursuivez doucement la rotation vous entendrez un déclic et l'hélice tournera librement. En procédant ainsi, vous aurez fait remonter le contre-piston, qui est alors à la compression minimum (moteur décomprimé).

— Vissez doucement la manette de compression jusqu'à sentir un léger dur : c'est le signe que vous attaquez le contre-piston. Notez le nombre de tours que vous avez fait faire à la manette. Retranchez-le du nombre précédemment noté. Vous aurez ainsi le nombre de tours qu'il faut faire de ce point minimum pour amener la manette en position de compression maximum.

Pour les essais de démarrage, mettre la manette en position de compression moyenne pour commencer les opérations.

— Ouvrir le pointeau du nombre de tours indiqué par le constructeur.

— Faire une aspiration en bouchant la prise d'air avec le doigt et en tournant l'hélice d'un tour. Une « goulée » de mélange est aspirée dans la pipe, et en tournant encore l'hélice, vous l'entendrez gargouiller.

— Refermer le pointeau... et continuer à lancer l'hélice jusqu'aux premières explosions.

— Ouvrir alors le pointeau de 1/4 de tour ou de 1/2 tour (suivant les moteurs).

Dès que le moteur a tendance à faire plusieurs tours, diminuer légèrement la compression, tout en ouvrant légèrement le pointeau.

Procéder par étapes, jusqu'à avoir une marche régulière. Lorsque le moteur se sera échauffé, après une 1/2 minute de marche, vous rechercherez la meilleure position de la compression et du pointeau, à l'oreille vous entendrez dans quel sens il y a amélioration.

Vous noterez soigneusement les réglages pour le carburant utilisé. Si vous changez la composition du mélange, il y aura certainement à revoir le réglage de la compression. Il peut en être de même suivant la température ambiante.

Lorsqu'il y a TROP DE COMPRESSION l'hélice lancée correctement n'exécute pas un tour complet. Sous l'effet des explosions, elle fait 1/4 de tour dans un sens, puis 1/4 de tour dans l'autre, plusieurs fois de suite, en donnant l'impression de tourner régulièrement.

Il faut décomprimer, car le piston ne peut pas passer le point

mort haut. On arrête l'hélice en plaçant la paume de la main contre la face avant de l'hélice. (Il n'y a aucun danger.)

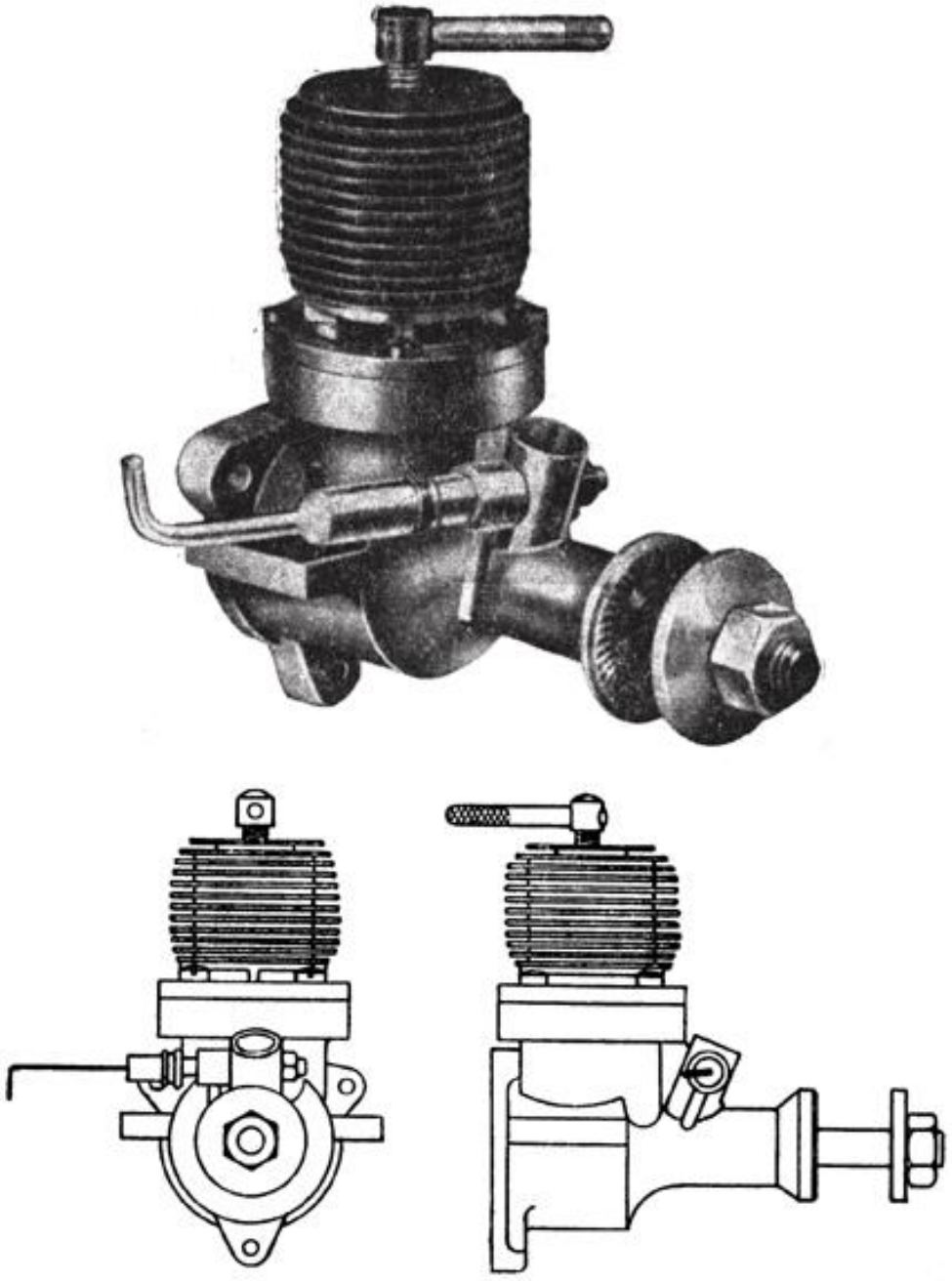


FIG. 75. — Moteur « METEORE», 2,5 cm³ à auto-allumage. Fixation radiale combinée à la fixation par pattes latérales.

— Dévisser la manette de compression de 1/4 de tour et relancer l'hélice. Tant qu'il y aura encore des battements alternés, diminuer la compression. Bien entendu, cela suppose que vous

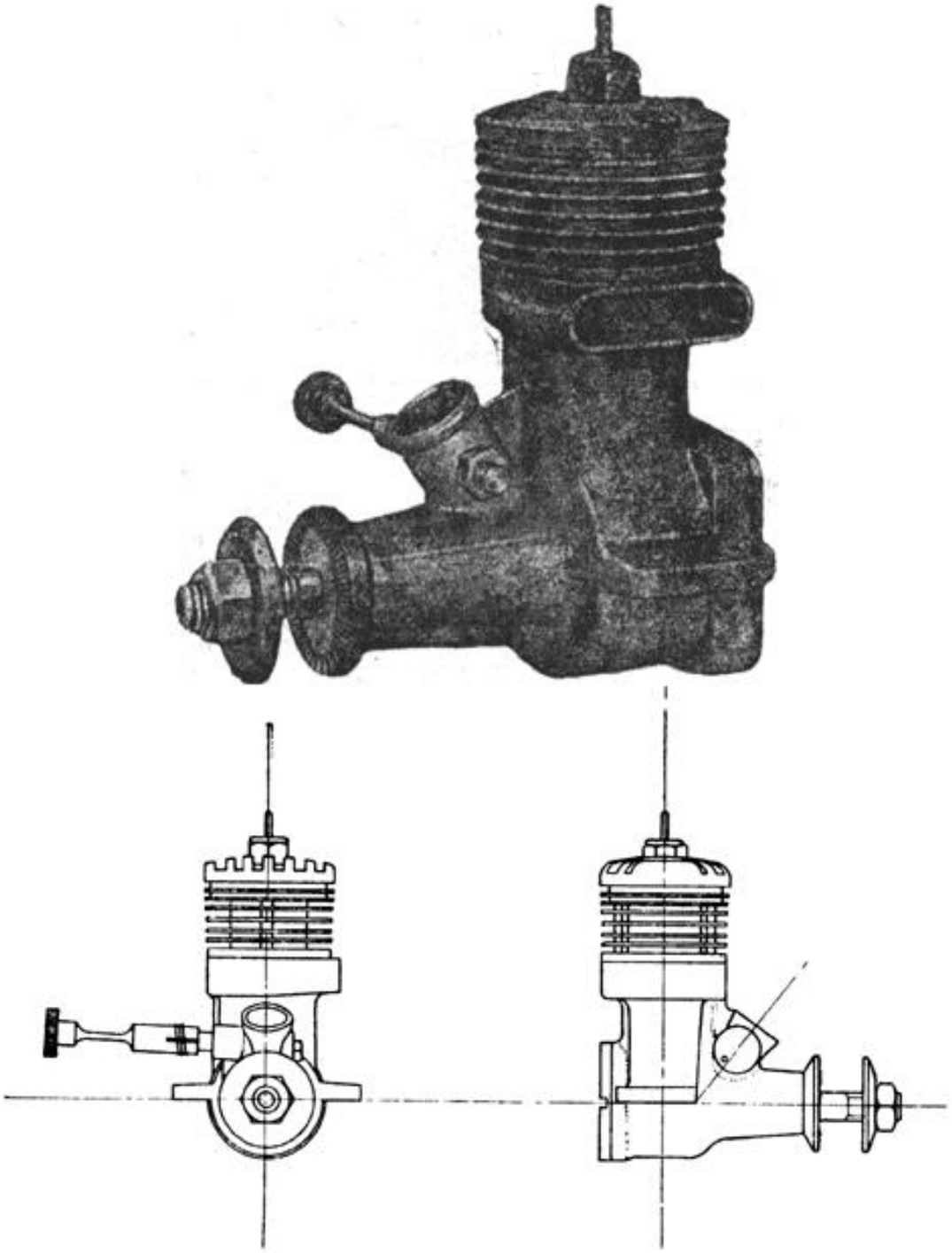


FIG. 76. — Moteur M 15, à glow-plug, de 2,5 cm³.

avez une hélice de diamètre suffisant et pas trop légère. Vérifier si ses caractéristiques sont celles indiquées par le constructeur.

Il se peut également, particulièrement avec les moteurs à

distribution par trois lumières, que l'hélice, quoique lancée dans le bon sens, continue à tourner dans le sens inverse. Dans ce cas, décomprimer, pour laisser passer le point mort haut. Rien n'empêchant, une fois le moteur chaud, de recomprimer.

Manque de compression.

Si au départ, après les aspirations d'usage, l'hélice, après 20 ou 30 lancers, passe la compression en douceur, sans que vous entendiez l'aspiration du carburant, il faut augmenter la compression, en vissant la manette de quelques fractions de tours jusqu'à obtenir les explosions.

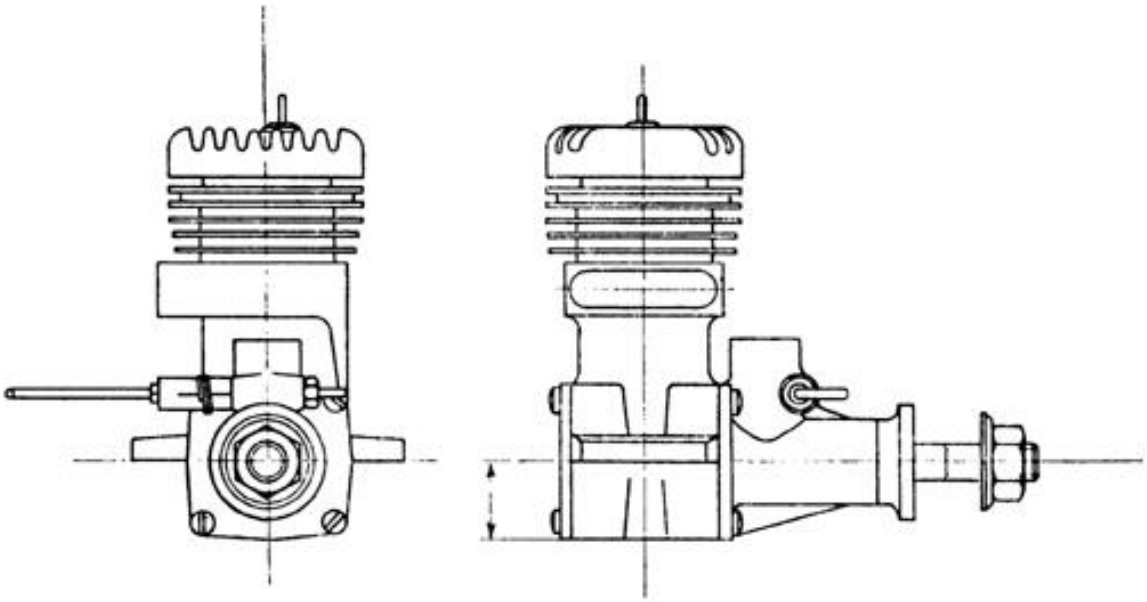


FIG. 77. — Moteur Super-Sport MICRON de 5 cm³.

Manque de carburant.

Si le pointeau n'est pas assez ouvert, on n'entend pas le bruit caractéristique du gargouillis, et le moteur est dur à tourner. Ouvrez le pointeau et refaites une aspiration.

Pointeau trop ouvert.

Si la combustion est trop riche — c'est-à-dire s'il y a trop d'arrivée de carburant — le moteur est généralement mou à

tourner. Refermer tout et tourner plusieurs dizaines de tours, pour assécher le carter, jusqu'à avoir de nouvelles explosions.

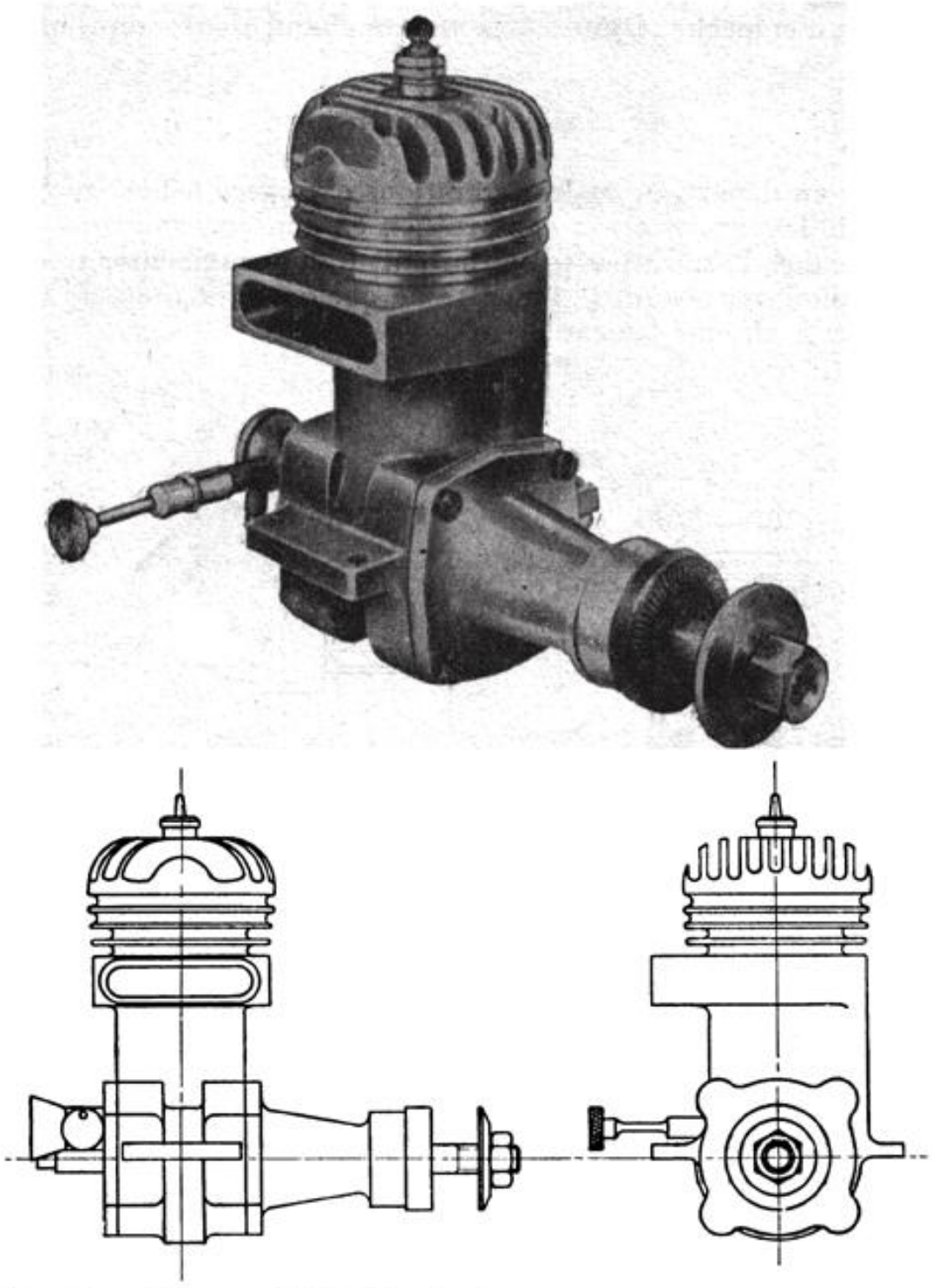


FIG. 78. — Moteur « MICRON » 60 de 10 cm³. Puissance : 1 CV. Poids : 400 g. Le moteur de classe internationale plusieurs fois recordman de vitesse.

Conseils généraux.

Quel que soit le type de moteur que vous possédiez, dites-vous bien que :

— Rien dans la mécanique ne peut avoir bougé, qu'il est par conséquent *inutile de démonter le moteur*. Vous n'y verriez rien.

— Un moteur à *glow-plug* ne peut pas tourner avec un carburant de moteur à auto-allumage Diesel. L'inverse est également vrai.

— Pour chaque moteur, il faut utiliser le carburant recommandé par le constructeur. Ensuite, vous pourrez faire vos mélanges personnels.

— Lorsque vous avez terminé une séance de fonctionnement, vous devez vidanger le réservoir et les conduits ; sinon le carburant s'évapore et il reste un mélange visqueux (ou bien le carburant attaque le métal).

— Vous devez fermer le pointeau et faire tourner plusieurs dizaines de tours l'hélice pour assécher le carter.

— Si vous êtes minutieux, vous mettrez une goutte d'huile par l'échappement, et obturerez les ouvertures par des rubans adhésifs empêchant l'air et les saletés d'entrer.

— Vous ne devez pas faire tourner inconsidérement le moteur avec une petite hélice à plein gaz. Il en va de la vie du moteur.

CHAPITRE IX

CARACTÉRISTIQUES RÉGLEMENTAIRES DES MODÈLES DE COMPÉTITION

1° Modèles de vol libre.

a) Règlement fédéral.

Motomodèle : formule « 400 *g/cm³* ».
Cylindrée maximum du moteur : 2,5 cm³.
Poids total en grammes : cylindrée du moteur en cm³ multipliée par 400. (C × 400 = P. grammes.)
Charge par unité de surface (Aile + Empennage) : P/S min. = 12 g/dm².
P/S max. = 50 g/dm².

b) Règlement international.

Motomodèle : formule « 300 *g/cm³* ».
Cylindrée maximum du moteur : 2,5 cm³.
Poids total en grammes : 300 fois la cylindrée du moteur (C × 300 = P. grammes).
Charge par unité de surface :
P/S : minimum 20 g/dm².
P/S : maximum 50 g/dm².

2° Modèles de vol circulaire, catégorie vitesse.

a) Règlement fédéral.

1° Cylindrée maximum du moteur : 2,5 cm³.
Surface totale minimum : 2 dm² par cm³ de cylindrée.
2° Cylindrée maximum : 5 cm³.
Surface libre.
3° Cylindrée maximum : 10 cm³.
Surface libre.

Pour tous les appareils de vitesse.

Charge par unité de surface totale (Aile + Empennage) 100 g/dm².

Catégorie Team-Racing.

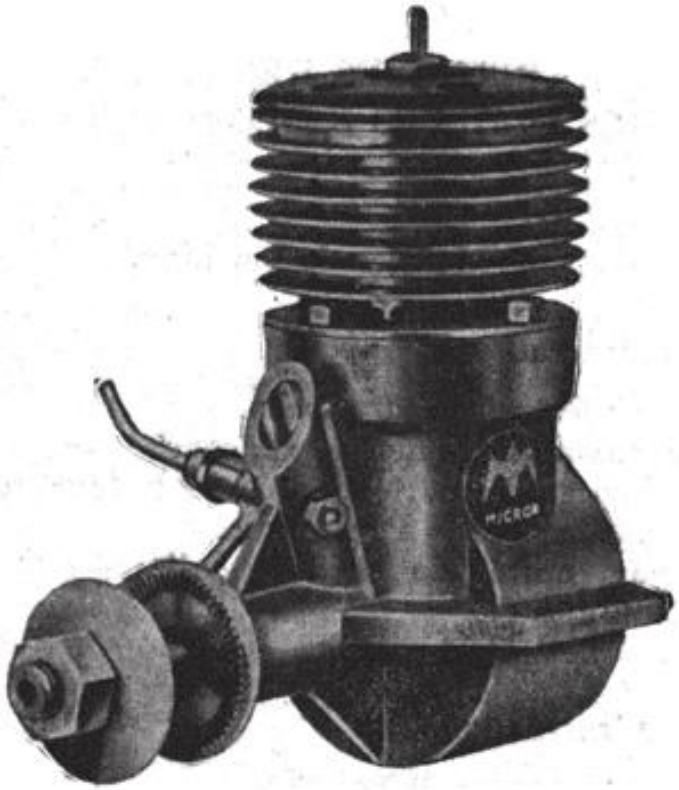


FIG. 79. — Moteur « MICRON », 10 cm³ à glow-plug. Le moteur puissant pour la télécommande ; les mêmes éléments de moteur peuvent servir pour un moteur à allumage par étincelle.

Cylindrée	Surface totale	Maître couple sans excroissances ou pièces auxiliaires	Poids maximum	Quantité de carburant maximum
Catégorie fédérale				
2,5 à 5 cc	minimum 12 dm²	Minimum 100 × 50 mm	700 g	30 cm³
Catégorie internationale				
0 à 2,5 cc	minimum 12 dm²	Minimum 100 × 50 mm	700 g	10 cm³

Note. Ces caractéristiques sont celles pour les années 1659-1960. Elles peuvent être modifiées. Se renseigner auprès des Clubs.

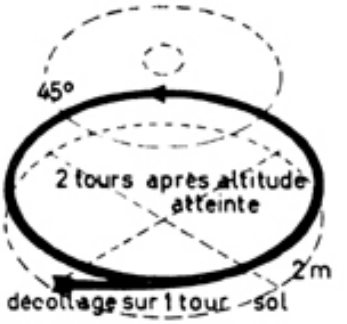
Vol circulaire. Figures d'acrobatie.

Schéma international (fig. 80.)

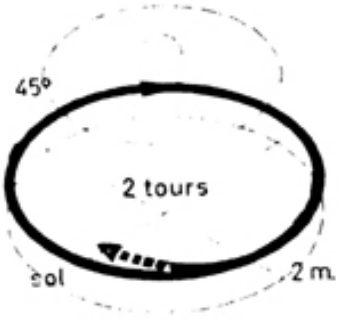
Voici les figures (pages 114 et 115) qui sont exécutées en concours de vol circulaire. Elles demandent pour être exécutées parfaitement un très grand entraînement.

FIG. 80 — SCHÉMA DU PROGRAMME

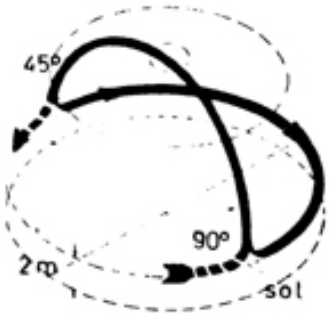
1. **Départ** dans la minute après que l'appareil a été amené sur la piste. Coefficient : 2.



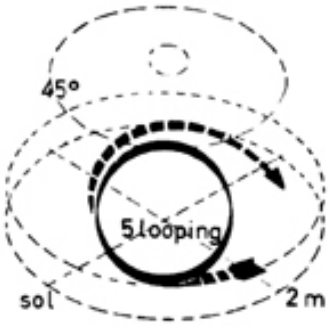
2. **Décollage.** Il doit s'effectuer d'une façon réaliste, c'est-à-dire en roulant quelque peu au sol, montée progressive et altitude atteinte après un demi-tour-1 tour. Coefficient : 2.



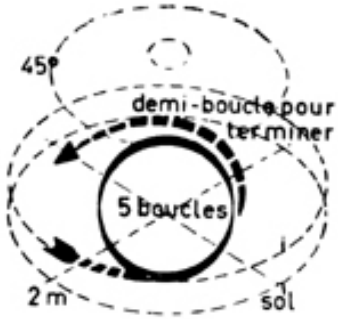
3. **Vol horizontal** : 2 tours à 2 mètres d'altitude Coefficient : 3.
4. **Vol horizontal sur le dos** : 2 tours à 2 mètres d'altitude. Coefficient : 4. Retour au vol normal.



5. **Double renversement** : à partir du vol horizontal après changement de direction à 90° passage à la verticale. Retour au vol horizontal mais sur le dos. Repassage à la verticale et retour au vol normal. Coefficient : 4.



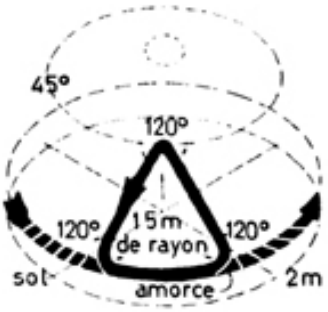
6. **Loopings droits.** 5 loopings à partir du vol horizontal normal. Les 5 figures doivent s'exécuter dans un angle de 45° et être bien centrées. Coefficients : 1-2-2-3-4. Retour en vol normal horizontal.



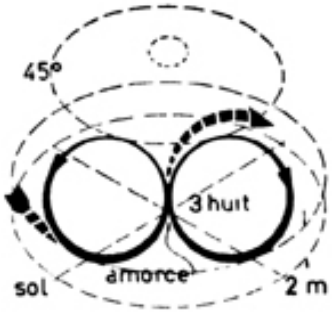
7. **Loopings inversés.** 5 loopings à partir du vol horizontal inversé. Retour au vol horizontal normal. Coefficients : 1-2-3-3-4.

ACROBATIQUE F. A. I.

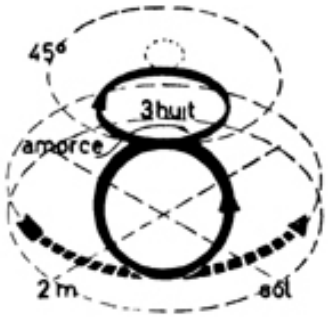
8. **Loopings triangulaires**. 2 figures consécutives Départ en vol normal. Montée en rétro à 120° jusqu'à l'altitude définie par le cercle à 45°. Descente à 120° pour le second angle. Retour à l'altitude normale par nouvel angle à 120°. La figure aura ainsi la forme d'un triangle équilatéral. Coefficients : 6-8.



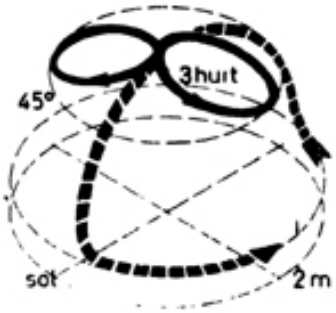
9. **Huit horizontaux.** 3 figures consécutives. Elles commencent où l'a choisi le pilote et se composent de 2 boucles l'une exécutée à droite, l'autre à gauche Coefficients : 3-4-5.



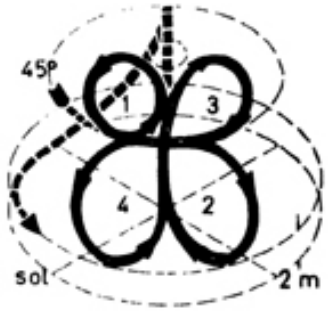
10. **Huit verticaux.** 3 figures consécutives. La figure débute au point choisi par le concurrent. Elle se compose de 2 boucles superposées, la première s'exécutant à partir de 2 mètres du sol jusqu'à l'altitude définie par les 45°. La seconde boucle commence où la première finit et son point maximum se situe à 2 mètres avant le point culminant (c'est-à-dire les 90°). Coefficients : 4-6-8.



11. **Huit au plafond.** 3 figures consécutives composées de 2 boucles inversées l'une par rapport à l'autre se touchant par leur tangente. Elles seront exécutées chacune dans l'angle de 45° au plafond, leur point d'intersection se trouvant au point culminant. Coefficient : 4-6-8.



12. **Trèfle à quatre feuilles** : Attention le dessin vous en montre l'exécution vue de l'extérieur. Combinaison de 2 huit obliques s'exécutant dans l'ordre indiqué par le dessin. Les points d'intersection des 2 huit doivent coïncider. Les boucles 2 et 4 s'exécutent sous le cercle des 45°. Les boucles 1 et 3 au-dessus. La figure se termine en wing-over. Coefficient : 10.



13. **Atterrissage.** Approche correcte réalisation d'un trois points sans secousses. Coefficient : 6.

CHAPITRE X

COMMENT UTILISER UN MOTEUR

C'est un problème très délicat qui ne comporte pas une solution mais des solutions très différentes suivant les capacités de l'utilisateur et suivant ce qu'il attend de son moteur.

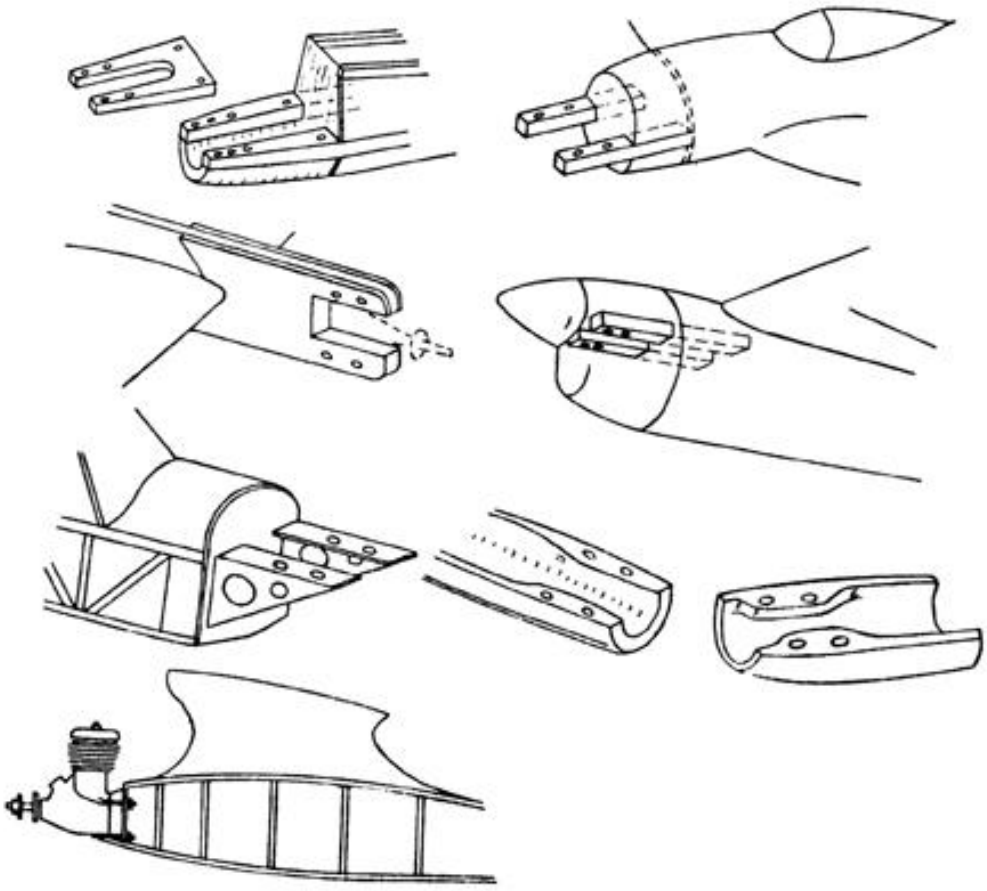


FIG. 81. — Divers types de bâtis pour moteurs utilisés sur les avions.

Nous pourrons donner quelques conseils pour guider les débutants, mais dès qu'un modéliste se sent un peu débrouillé,

il trouve lui-même le moteur qui lui convient, ou plutôt il choisit selon ses désirs.

Le moteur du débutant doit avant tout être d'un fonctionnement simple : mise en marche, réglage doivent être très faciles ; les questions de performance : puissance ou nombre de tours, ne doivent être considérés qu'accessoirement et même devraient être sans influence. Nous avons trop vu des débutants, embarrassés d'un *super-moteur* aux *super-performances* obtenues par un spécialiste dans une occasion exceptionnelle.

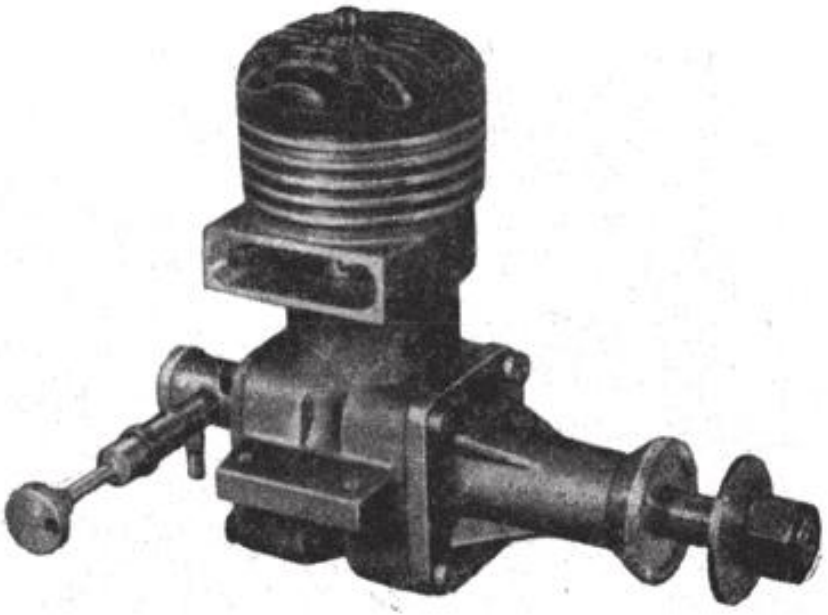


FIG. 82. — Moteur« MICRON 29», 5 cm³ à glow-plug, spécial pour la vitesse.

La petite cylindrée, contrairement à ce que l'on peut croire, n'est pas un signe de facilité.

Si vous débutez, n'oubliez pas que les difficultés sont inversement proportionnelles au nombre de cm³.

Un 5 cm³ est plus maniable, par des doigts inexperts, qu'un 0,5 cm³.

Un moteur de 2,5 à 5 cm³ de classe courante fonctionnera sans difficulté.

Il y a un moteur ancien, mais qui reste le prototype à la fois du moteur à auto-allumage et du moteur de début : c'est le fameux MICRON 5 cm³, à compression fixe. Pour celui qui veut un modèle de vol libre, genre semi-maquette, c'est le moteur indiqué.

Nous sommes ainsi amenés à faire une distinction entre le

moteur à auto-allumage « Diesel » et le *glow-plug*. L'un et l'autre ont leurs avantages et leurs inconvénients ; avec des partisans acharnés pour chacune des solutions.

On peut trouver une plus grande facilité avec le *glow-plug* qui, ayant une source de chauffage, « allume » plus facilement. Mais cela suppose une batterie en bon fonctionnement.

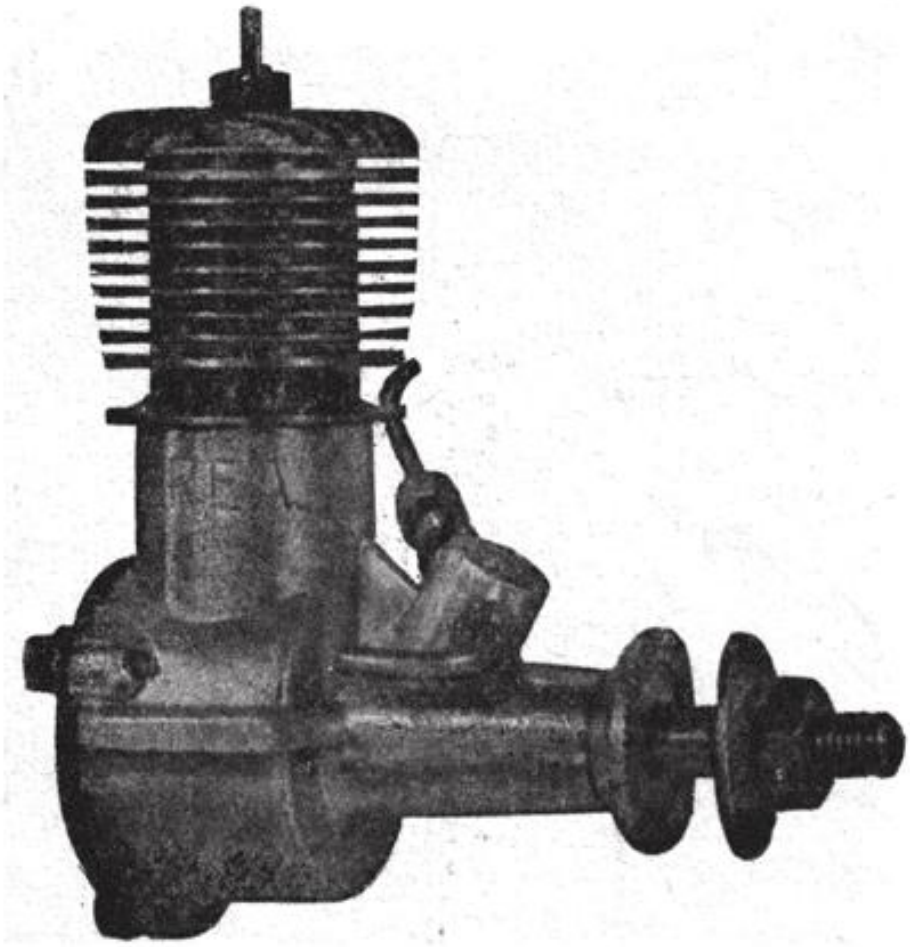


FIG. 83. — Moteur REA, 5 cm³ (COMPACT-Série 2000).

L'auto-allumage « Diesel » est débarrassé de cette sujétion, mais il faut un réglage plus précis de la compression et du pointeau, adapté à chaque carburant.

Avec la pratique, on ne sait lequel des deux est le plus avantageux. C'est le genre de sujet qui peut prêter à des discussions interminables, avec autant d'arguments pour ou contre dans les deux camps.

Il est à remarquer qu'aux U. S. A. c'est le *glow-plug* qui triomphe, alors que le « Diesel » n'a jamais pu percer. En Eu-

rope, il y aurait plutôt une préférence pour le « Diesel », particulièrement en Grande-Bretagne et en Allemagne.

Nous croyons que cette vogue commerciale est justifiée et correspond bien à une facilité de manipulation, surtout que les carburants, préparés avec des additifs, facilitent le départ et une plus grande souplesse de réglage.

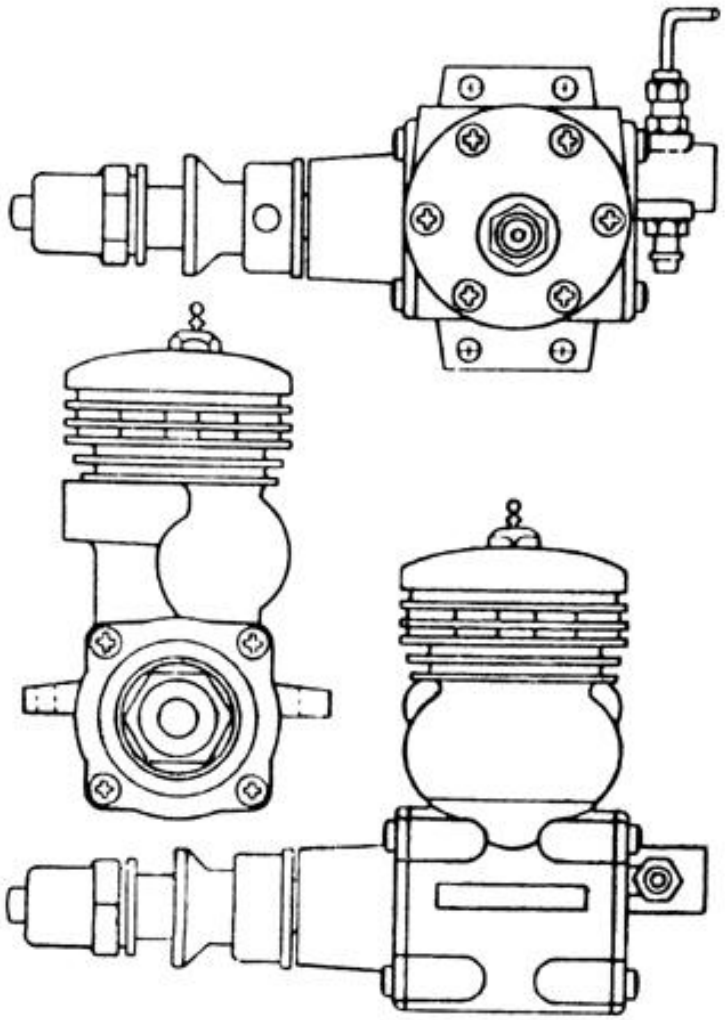


FIG. 84. — Moteur « DOOLING » (U. S. A.) de 5 cm³.
Le moteur le plus apprécié par les amateurs de vitesse.

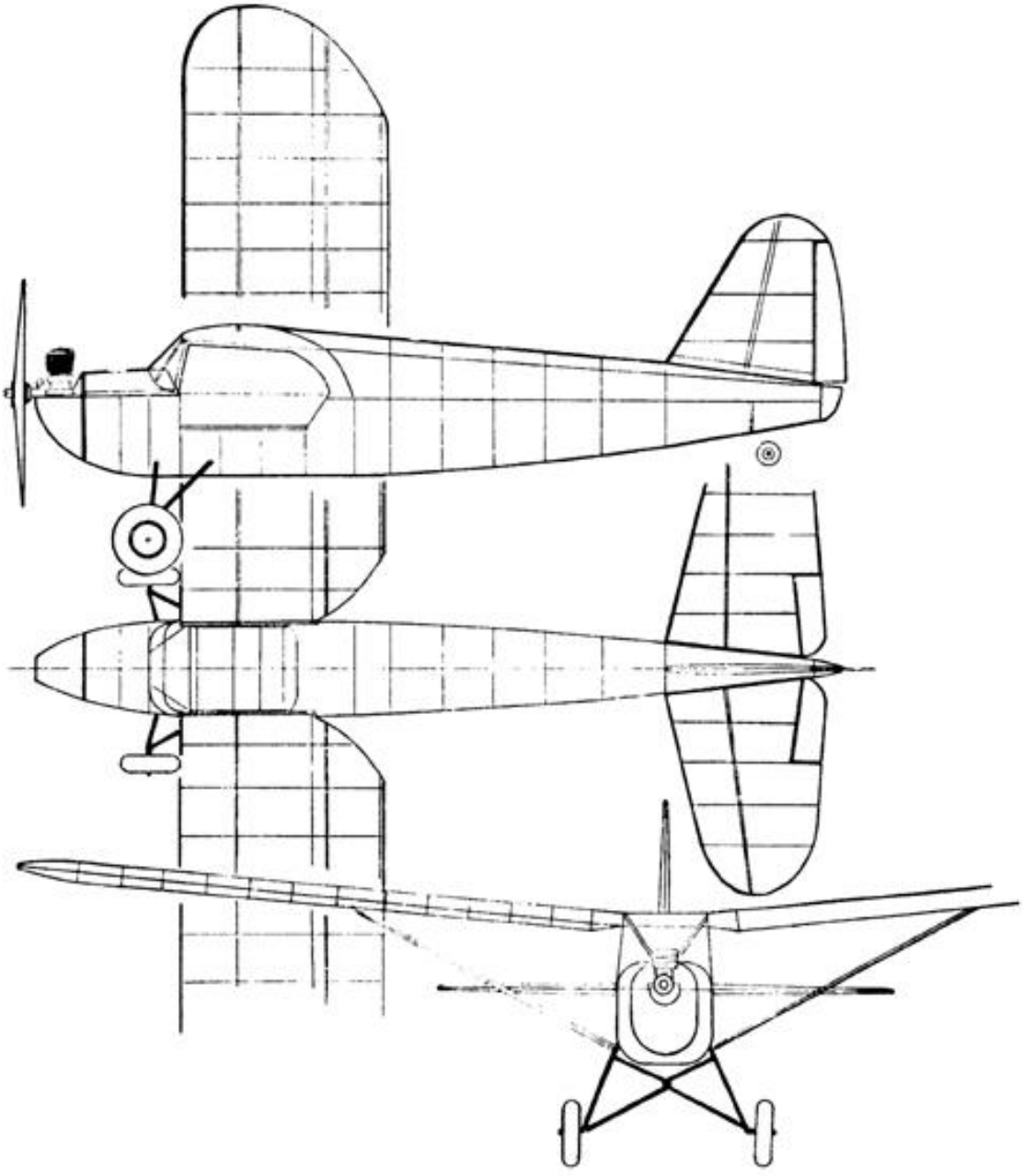
Pour l'amateur débutant nous restons convaincu que l'auto-allumage « Diesel » est le moteur à conseiller. Toujours prêt à fonctionner ; même dans le plus lointain des « bleds », vous trouverez chez le pharmacien de l'éther et de l'huile de paraffine et chez le garagiste de l'huile ou du pétrole. Pas de *glow-plug* grillée, pas de batteries déchargées.

Adaptation du « moteur » au « modèle réduit »

Quelques plans recommandés que vous trouverez dans le commerce

	Envergure en mètre	Genre de vol
Pour moteur jusqu'à 1 cc.		
0,9 « Piper Cub » au 1/10	1,07	Vol libre-Maquette
0,9/1 « Chardonneret » au 1/10	1,12	Vol libre-Maquette
0,5 - 0,9 « Stampe » au 1/10	0,80	Vol libre-Maquette
1 cm³ « Le Champ's »	1,15	Vol libre
Pour moteur jusqu'à 1,5 cc (y compris le Celtic Micron de 1,8 cm³).		
G. I. G. 203	1,20	Vol libre
« Épervier » au 1/20	0,66	Vol circulaire-Maquette
« Le Roitelet »	1,16	Vol libre
« Kid »	1,11	Vol libre
« Le Calao »	1,70	Vol libre
« Super Cub » au 1/7	1,54	Vol libre
Pour moteur jusqu'à 2,5 cc.		
D. A. D.	1,50	Vol libre-Télécommandé
« Pirate »	1,45	Vol libre
« Cri-Cri Major » au 1/7	1,58	Vol libre
« Spitfire » au 1/20	0,56	Vol circulaire
« Flash »	0,58	Vol circulaire
« Spyn »	0,96	Vol circulaire acrobatique
« Immelman »	0,59	Vol circulaire acrobatique
Pour moteur de 5 cc.		
« Syrk »	1,05	Vol circulaire acrobatique
« Tempest » au 1/20	0,62	Vol circulaire-Maquette
« Thunderbolt » au 1/20	0,62	Vol circulaire-Maquette
« Cigale » au 1/10	1,00	Vol circulaire-Maquette
« Sipa 901 » au 1/7	1,24	Vol circulaire-Maquette
« Cri-Cri Major au 1/7	1,58	Vol circulaire-Maquette
« Tym »	0,70	Team racing
Pour moteur de 5 à 10 cm³ (vol libre ou télécommandé).		
H. V. 450	1,85	5 cm³ auto allumage 10 cm³ allumage électrique ou à *glow-plug*
A. W. 3	2,02	10 cm³ allumage électrique ou à *glow-plug*
« Jige Nyou »	1,80	5 cm³ auto-allumage

Ceci s'entend pour un modèle de vol « classique ». Pour la performance, le problème doit être reconsidéré suivant l'aspect de la solution envisagée.



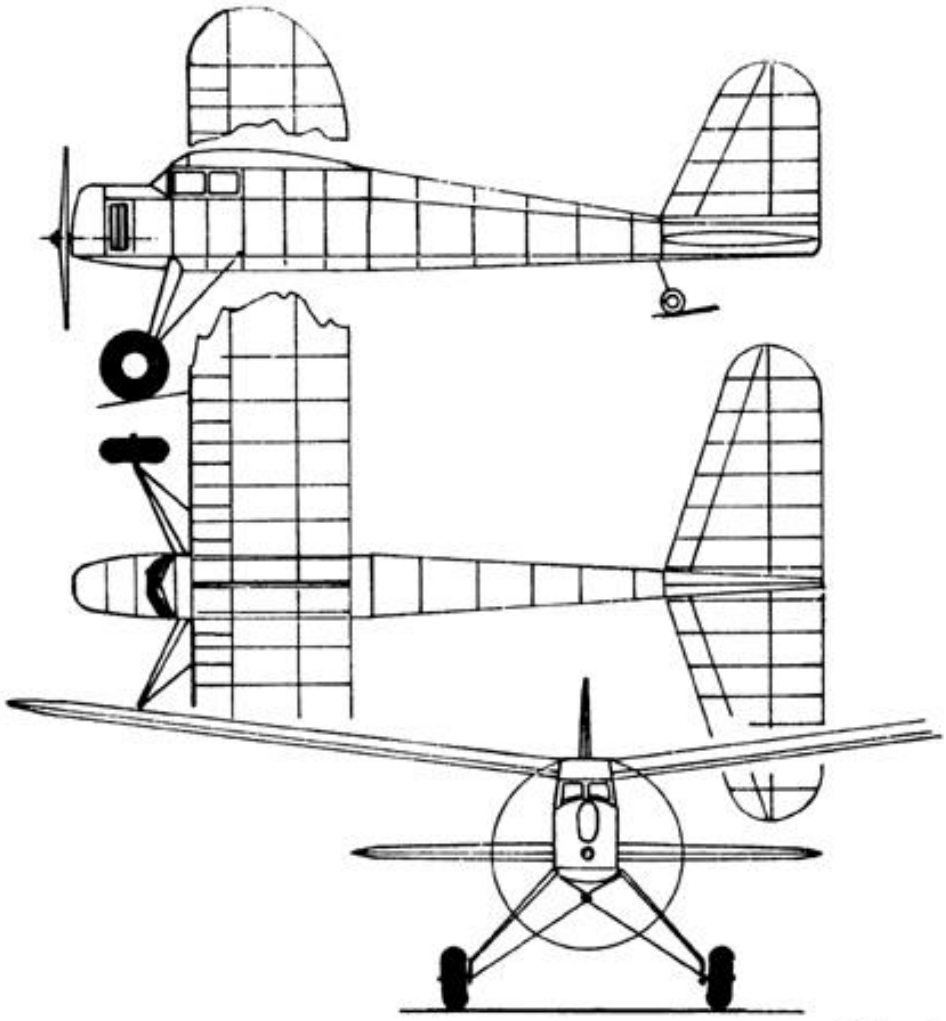
(*Plan Source des Inventions.*)

FIG. 85. — Motomodèle télécommandé de Wastable. Moteur 10 cm³ Micron.

Mais avec l'expérience des années passées, les progrès constants de la fabrication, les prouesses mécaniques deviennent de plus en plus osées et, si en 1935 on avait dit aux possesseurs

de BROWN 10 cm³ qu'il y aurait un jour dans le commerce des moteurs de moins de 1/2 cm³, faisant voler des modèles radio-guidés, on aurait crié à la folie.

Alors soyons prudents dans nos jugements.



(*Plan Stab.*)

FIG. 86. — « Le Ronibus », Motomodèle de A. Vincre.

Moteurs équipant les modèles réduits de bateaux et d'autos.

Notre étude n'a porté que sur l'application aux avions. Les moteurs sont généralement étudiés pour cette utilisation qui est la plus répandue, mais leur adaptation aux bateaux de course ou aux maquettes navigantes ne présente pas de difficultés. L'hélice est remplacée par un volant d'un diamètre et d'un

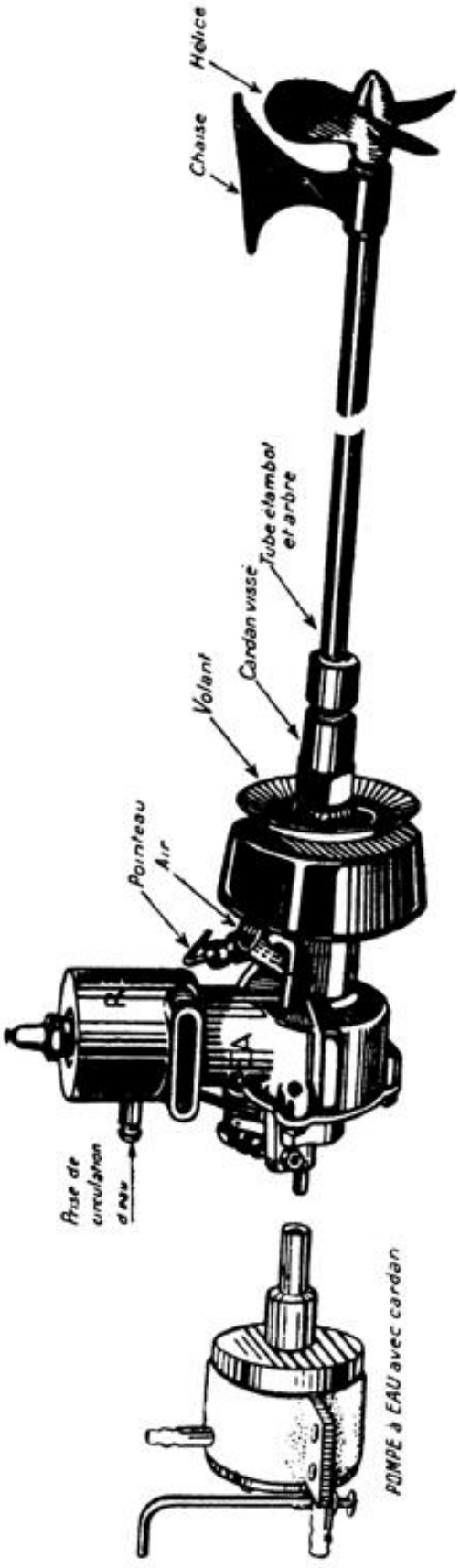


FIG. 87. — Equipement pour maquette marine.
Moteur avec jaquette pour circulation d'eau de refroidissement par thermo-siphon ou pompe centrifuge.

Tableau des caractéristiques des moteurs.

Nationalité	Nom du moteur	Allumage (1)	Cylindrée cm³	Alésage mm	Course mm	Poids g	Puissance CV	Nb. de tours tr/mn
U.S.A.	Brown Junior	E	10	22,2	25,4	210	0,25	6200
France	Micron 60	GP	10	24	22	375	1,00	12000
U.S.A.	Mc Coy 60	GP	10	24	22	390	1,32	17000
U.S.A.	Ohlsson 60	GP	10	24	22	284		
France	Micron 10	GP	10	24	22	235	0,6	9000
France	Micron 10 Rupteur	E	10	24	22	275	0,5	8000
All.	Webra « Boxer » (flat Twin)	AA	7,6	17	17	460	0,8	
France	Micron « 5 »	AA	5	17	22	285	0,22	4800
France	Micron « 29 »	GP	5	19	17	225	0,5	14000
France	Super Micron « 29 »	GP	5	19	17	235	0,6	15000
France	Super Sport	GP	5	19	17	215	0,55	
France	Micron 28	GP	5	19	17	170	0,3	9000
France	R E A « Compact »	GP	5	18	19,5	170	0,36	11000
U.S.A.	Duuling « 29 »	GP	5	20	15	185	0,75	17500
U.S.A.	Mc Coy « 29 »	GP	5	18,6	18	210	0,54	12500
Italie	Super Tigre G 21	GP	4,82	19	17	245	0,60	16000
G.-B.	E. D. Miles	AA	5	20	16	270	0,5	12000
France	Micron « M 15 »	GP	2,5	15	14	100	0,25	12000
France	Micron « Spécial »	GP	2,5	15	14	100	0,25	11000
France	Météore « 2,5 »	AA	2,5	15	14	130	0,23	10000
France	Rea 2,5 « 2000 »	GP	2,5	14	16	135	0,2	9000
Italie	Super Tigre 620	GP	2,5	15	14	138	0,33	18000
Italie	Super Tigre 630	AA	2,5	15	14	130	0,3	16000
U.S.A.	K. B. « Torpedo » 15	GP	2,45	15,1	14,6	95		13600
G.-B.	Allbon « Rapier »	AA	2,5	14,7	14,7	149		
G.-B.	Allen Mercury	AA	2,5	14	14	130	0,23	
U.S.A.	Fox	GP	2,5	15	13,5			14000
G.-B.	E.D. « Racer »	AA	2,5	15	14	160	0,25	14000
Allem.	Webra « Komet »	AA	2,46	14	16	150	0,26	13000
Allem.	Webra « Mach I »	AA	2,47	15,5	13	125	0,32	16500
Allem.	Taifun « Blizzard »	AA	2,47				0,23	13200
Allem.	Taifun « Tornado »	AA	2,47	15	14	130	0,25	
France	Micron « Celtic »	AA	1,8	12	16	130	0,09	7000
Allem.	Webra « Record »	AA	1,48	13	11,5	80	0,18	14800
G.-B.	Allbon « Javelin »	AA	1,49	13,3	10,7	71		
G.-B.	ED. « Hornet »	AA	1,5	13,5	10	85	0,1	12000
G.-B.	ED. « Fury »	AA	1,5	12,5	11,7	105	0,13	14000
G.-B.	Allbon « Sabre »	AA	1,5	13	10,5	95		
U.S.A.	OK. « Cub »	GP	1,5	13	12	56		
G.-B.	Elfin		1,5	12,5	11,5	115		
Italie	Super Tigre G. 31	AA	1,40	12,5	12	115	0,15	16000
Allem.	Taifun « Hurrikan »	AA	1,48	12,8	11,5	100	0,21	17500

(1) E, Étincelle. — GP, Glow-Plug. — AA, Auto-allumage.

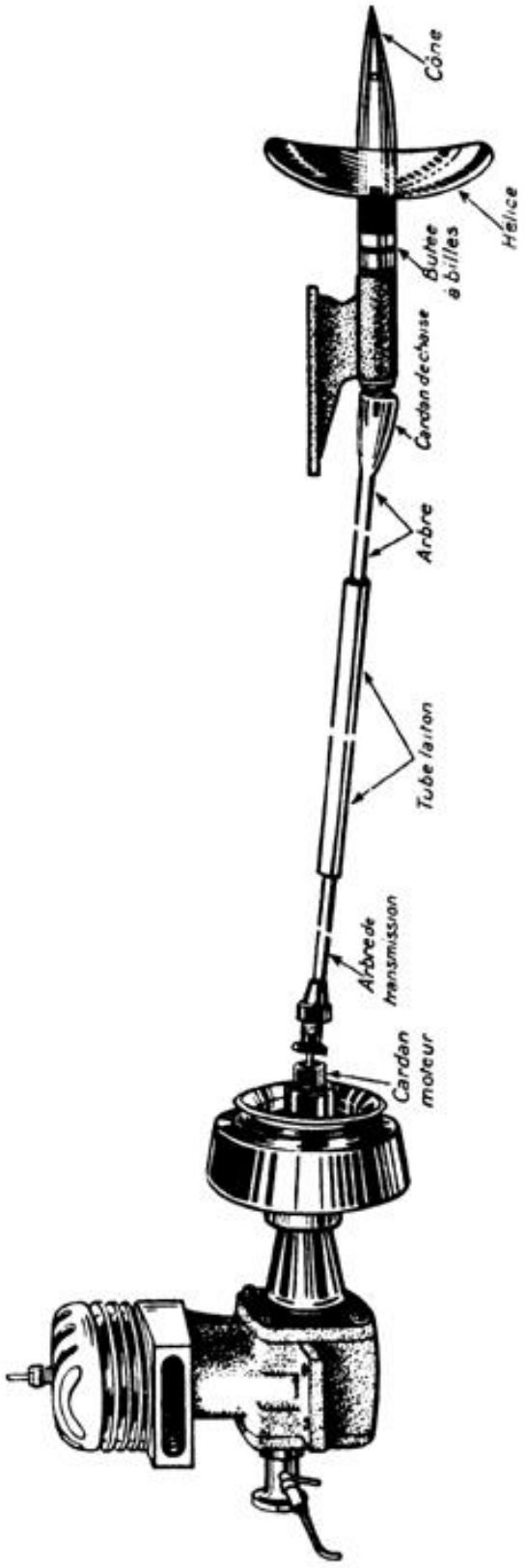


FIG. 88. — Equipement pour racers avec chaise d'hélice à cardan.

Tableau des caractéristiques des moteurs *(suite)*.

Nationalité	Nom du moteur	Allumage (1)	Cylindrée cm³	Alésage mm	Course mm	Poids g	Puissance CV	Nb de tours tr/mn
France	Atelier 37 « Jet »	AA	1	11	10,6	70	0,06	12500
Allem.	Taifun « Hobby »	AA	1	10,6	11	60	0,07	12000
G.-B.	ED « Bee »	AA	1	11	10,5	85	0,09	11000
G.-B.	Allen « Mercury »	AA	1	10,6	10,6	84		
G.-B.	« Spitfire »	AA	0,97	10,8	10,6	85	0,08	11000
France	Météore « 0,9 »	AA	0,9	10	12	55	0,05	7000
Italie	Super Tigre G. 32	AA	0,95	10,5	11	78	0,10	16000
G.-B.	Allbon « Super Merlin »	AA	0,8	9,5	10,5	55		
U.S.A.	Mac Coy	GP	0,8	10,3	9,6	45		
U.S.A.	O. K.	GP	0,8	10,5		40		15000
Allem.	Webra	AA	0,78	10,5	9	40	0,08	14300
G.-B.	Allbon « Dart »	AA	0,55	8,9	8,9	36	0,041	12000
U.S.A.	Cox « Pee Wee »	GP	0,32	7,6	7,1	21	0,036	18000
G.-B.	Allbon « Bamby »	AA	5,5	5,5	6,35	21,5	0,0065	12500

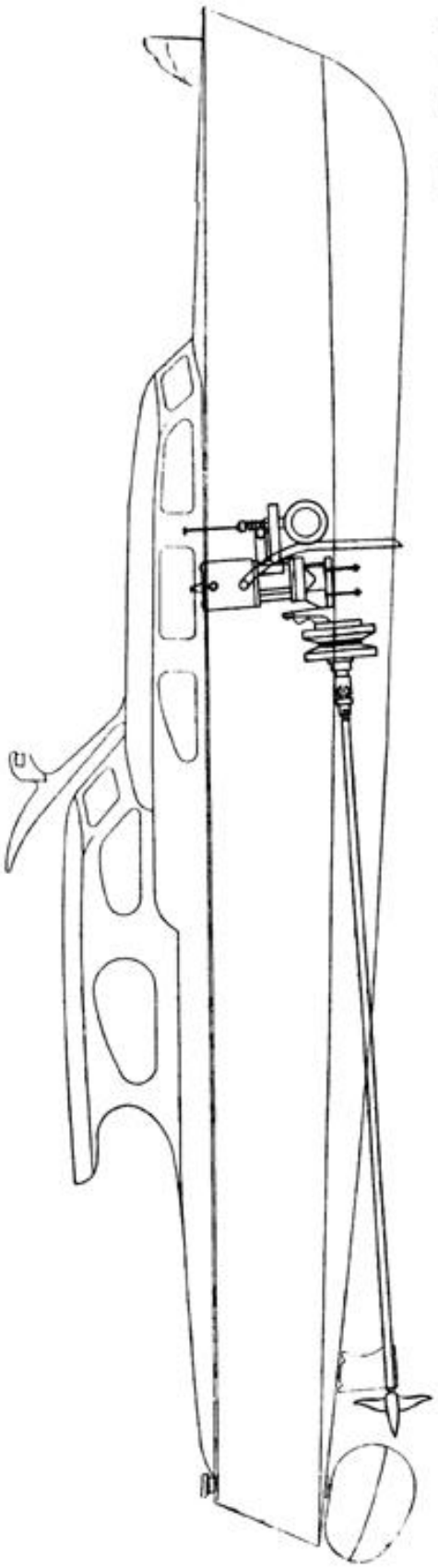
(1) Voir page 125.

poids suffisant et l'arbre d'hélice marine est monté en bout de vilebrequin (fig. 87 et 88).

Le refroidissement à air est suffisant sur les racers mais pour une maquette on pourra préférer le refroidissement par eau — soit par pompe entraînée par le moteur soit par thermo-siphon — l'eau réchauffée au contact du cylindre crée une circulation comme dans un chauffage central.

Micron a créé un groupe spécial pour usage marin avec allumage par magnéto.

Les mêmes moteurs d'avion se montent également sur des autos. L'arbre vilebrequin du moteur attaque directement la roue motrice ou agit par l'intermédiaire de réducteurs à engrenages. Mais ces réalisations demandent une certaine connaissance de la mécanique et un outillage spécial. De plus pour les évolutions de ces modèles il est nécessaire d'avoir à sa disposition des pistes aménagées. Toutes ces servitudes freinent le développement de cette branche du modèle réduit qui remporte cependant aux U. S. A, un très grand succès.



(*Plan Navig.*)

FIG. 89. — Installation d'un moteur à refroidissement à eau monté sur une Vedette « Marco ».

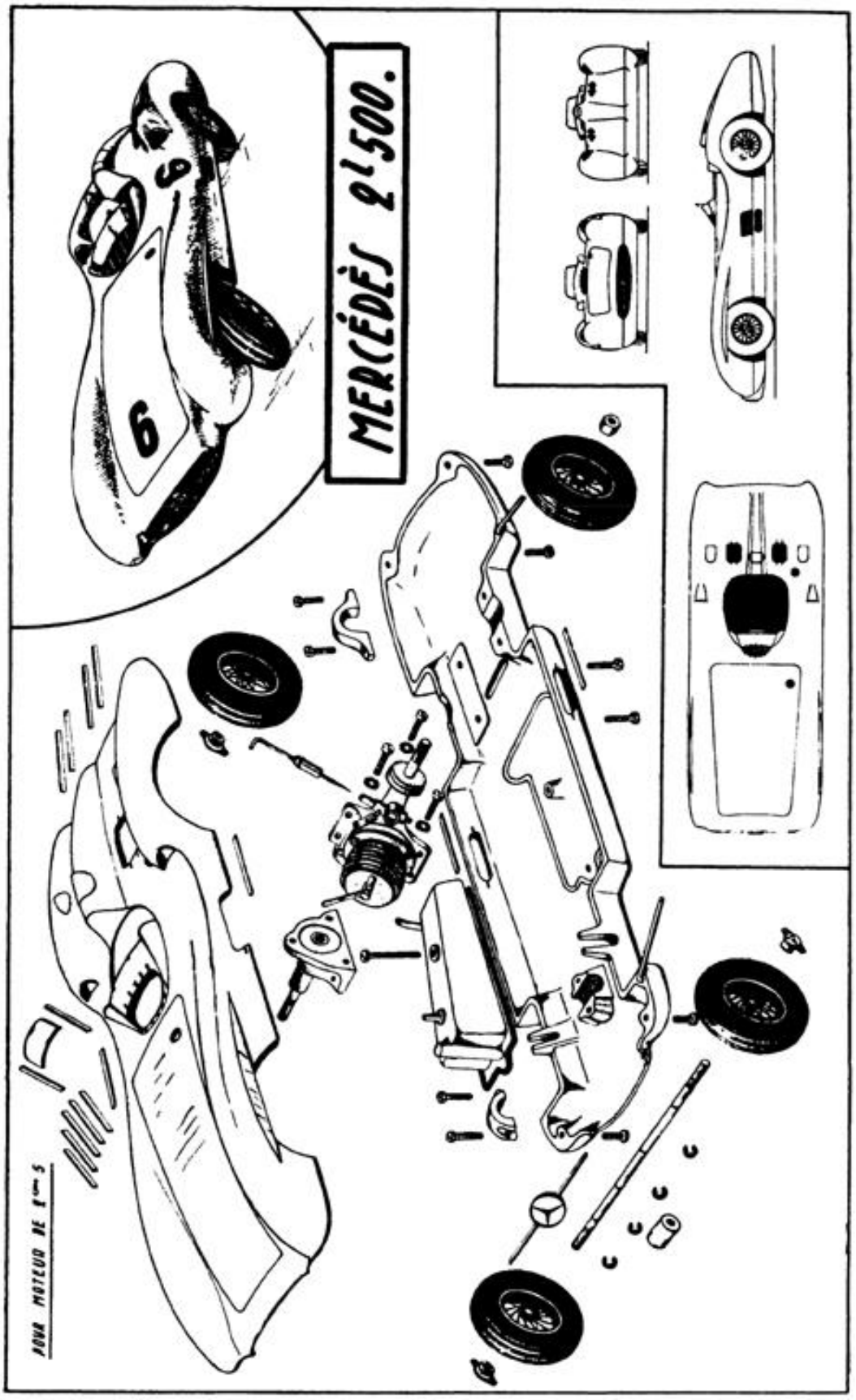


FIG. 90. — Eléments d'une maquette de voiture de course. (*Plan Précisia.*)

Conversion d'unités anglaises.

L'INCH	=	25,4 millimètres.
Le SQUARE INCH « Sq. In. »	=	6,45 centimètres carrés.
Le CUBIC INCH « Cu. In. »	=	16,4 centimètres cubes.
L'OUNCE « Oz. »	=	28,35 grammes.
Le MILE	=	1 609 mètres.

Les moteurs de fabrication anglaise ont généralement leur cylindrée exprimée en « CUBIC CENTIMETER », en abréviation C. C. (que l'on pronone : SI SI).

Les moteurs de fabrication américaine utilisent le « CUBIC INCH » comme unité de cylindrée.

Un moteur désigné sous l'indice, « 60 » fait 10 cm³.

« 29 » correspond à un 5 cm³ (4,8 cm³).

« 19 » équivaut à un 3 cm³.

« 09 » donne 1,5 cm³.

« 049 » vaut 0,8 cm³.

Enfin il faut remarquer que dans l'écriture tant en Angleterre qu'en Amérique, on n'écrit pas 0,8 mais « .8 » que l'on prononce : « POINT EIGHT », ou « POINT NINETEEN » pour « .19 ».

BIBLIOGRAPHIE

Quelques revues traitant de Modèles Réduits :

M. R. A. (Modèles réduits d'avions)
M. R. B. (Modèles réduits de bateaux)
MODÈLE-MAGAZINE
MODEL-AVIA (Bruxelles)
LES AILES
AVIATION MAGAZINE

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos..... 7

CHAPITRE PREMIER

Principe des moteurs à combustion..... 9
A. — Moteurs du cycle 2 temps..... 9
B. — Moteurs du cycle 4 temps..... 9
Cylindrée ou déplacement 11
Le moteur à allumage par étincelle ou moteur à bougie..... 12
Les moteurs à auto-allumage par compression dits « DIESEL» 17
Les moteurs à auto-allumage par filament dits « GLOW-PLUG»..... 21

CHAPITRE II

Distribution d'alimentation..... 23
Alimentation par 3 lumières..... 23
Alimentation par valve rotative 25
Alimentation par disque tournant..... 26
Alimentation par anche vibrante..... 26

CHAPITRE III

Description d'un micromoteur..... 29
Le carter..... 31
Le vilebrequin..... 33
La bielle 35
Le piston..... 37
Le cylindre 38
Carburateur, pipe d'admission et pointeau..... 41
Rupteur d'allumage et circuit électrique..... 43

Principe de l'allumage par bobine 45
L'allumage par magnéto 49
Les bougies 50
Bougie à étincelle 50
Bougie à filament incandescent *glow-plug* 50

CHAPITRE IV

Les carburants 53
Définitions générales 53
Taux de compression 57
Carburants pour moteurs à allumage par étincelle 58
Carburants pour moteurs à auto-allumage par compression. 59
Carburants de base 59
L'éther 60
Lubrifiant 61
« Dopes» 63
Formules générales pour un carburant d'auto-allumage ... 64
Carburants pour moteurs à *glow-plug* 64

CHAPITRE V

Accumulateurs 67
Rechargeur 68
Capacité. 68
Les piles 70

CHAPITRE VI

Comment utiliser un moteur 71
Le bâti d'essai 71
Les réservoirs 72
Robinet d'arrêt 75

CHAPITRE VII

Les hélices 81
Quelques définitions à propos de l'hélice 83
Mesure du pas 83
Compte-tours 85

CHAPITRE VIII

Préparation préliminaire aux essais de lancement 87
Remplissage et amorçage 87
Mise en marche 89
Moteur à allumage par bougie à étincelle 89
Moteur à *glow-plug* 98
Moteur à auto-allumage 102
Conseils généraux 109

CHAPITRE IX

Caractéristiques réglementaires des modèles de compétition .. 111
Modèles de vol libre 111
Modèles de vol circulaire. Catégorie vitesse 112
Vol circulaire. Figures d'acrobatie 113
Schéma du programme acrobatique F. A. I. 114

CHAPITRE X

Comment utiliser un moteur 117
Adaptation du « moteur » au modèle réduit. Quelques plans recommandés 121
Moteurs équipant les modèles réduits de bateaux et d'autos .. 123
Tableau des caractéristiques des moteurs 125
Conversion des unités anglaises 130

AIRMER

vous offre

toutes les fournitures pour la réalisation de maquettes de toutes sortes :

AVIONS - PLANEURS
BATEAUX
CHEMINS DE FER
DÉCOR

Le plus beau choix de modèles en boîtes de construction pour enfants et jeunes gens

Nos fournitures sont en vente chez tous les bons spécialistes

Notre catalogue, représentant une documentation de 50 pages, vous sera adressé franco contre 5 timbres

AIRMER, *17, rue de Belzunce - Paris 10e* - C.C.P. PARIS 2193-09

MICRON 28

VENTE EN GROS.

MICRON METEORE

•

MOTEURS A EXPLOSION ET ÉLECTRIQUES

•

LA PLUS ANCIENNE MAISON FRANÇAISE

LA QUALITÉ AVANT TOUT

CATALOGUE **(G)** ET TARIF contre 225 fr. en timbres à :

MICRON - 8, passage de Ménilmontant - PARIS (XIe)

TOUT...

pour les MODÈLES RÉDUITS

AVIONS - BATEAUX - AUTOS

Plans — Matériel — Boîtes préfabriquées — Boîtes plastiques

chez... **R. C. B.**

7 bis, rue Riquet — TOULOUSE

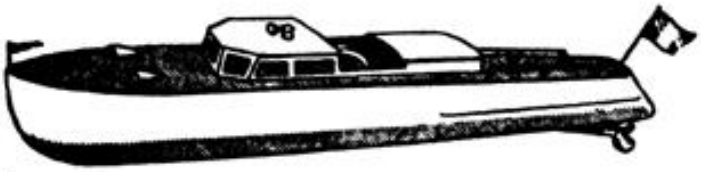
•

Un spécialiste compétent vous guidera

•

Expéditions dans toute la FRANCE

TARIF contre 100 francs en timbres



PRECISIA

Le spécialiste des boîtes préfabriquées de modèles réduits met à votre portée un grand choix de constructions de bateaux bois ou plastique, d'avions, d'autos qui peuvent être actionnés par des moteurs électriques ou à explosion.

ACCESSOIRES : Réservoirs, Cardans, Coussinets, Guignols, Pipettes, etc...

Toutes ces fabrications sont en vente chez les spécialistes en modèles réduits, ou chez

R. LAURON
6, rue Neuve
LYON (2e)

Imprimerie Bussière à Saint-Amand (Cher), France. — 21-12-1959.

Dépôt légal : 4e trim. 1959. *N° d'éd. : 118.* *N° d'imp. : 590.*

IMPRIMÉ EN FRANCE

EXTRAIT DU CATALOGUE DES ÉDITIONS TECHNIQUE & VULGARISATION

L'ÉLECTRICITÉ ET L'AUTOMOBILE — Tout l'équipement électrique et radioélectrique de l'automobile moderne, par Marc DORY — 3e édition 1957.

VIII - 231 pages, 13,5 × 21 cm, 131 figures, 13 schémas de câblage et nombreux tableaux. Broché (270 g).

L'ÉCLAIRAGE MODERNE PAR TUBES LUMINESCENTS ET FLUORESCENTS, par E. BONNAFOUS, Ingénieur E.S.M.E. — 2e édition 1951.

VI - 167 pages, 13,5 × 21 cm, 94 figures, 8 pages d'illustrations hors-texte. nombreux tableaux. Broché (180 g).

MOTEURS ÉLECTRIQUES — Technologie, Installation, Dépannage, Rebobinage, par E. BONNAFOUS, Ingénieur E.S.M.E. — 2e édition 1959.

VI - 298 pages, 13,5 × 21 cm, 314 figures, nombreux tableaux. Broché (350 g)

LES PETITS MONTAGES RADIO, par L. PÉRICONE — 1959.

VI - 144 pages, 15,5 × 24 cm, 104 figures. Broché (255 g).

LE DÉPANNAGE PRATIQUE DES POSTES RÉCEPTEURS RADIO, TRANSISTRONS, TELEVISION, par GÉO-MOUSSERON — 3e édition 1958.

VI - 127 pages, 13,5 × 21 cm, 49 figures. Broché (160 g).

CONSTRUCTION DE MA MAISON, par R. GAZEL, Ingénieur E.T.P. — 3e édition 1956.

VI - 280 pages, 13,5 × 21 cm, 239 figures et 22 plans. Broché (310 g).

AMÉNAGEMENTS INTÉRIEURS DE MA MAISON, par R. GAZEL, Ingénieur E.T.P. — 1956.

VI - 303 pages, 13,5 × 21 cm, 223 figures, nombreux tableaux. Broché (350 g).

LE PLASTIQUE DANS LA MAISON, par A. BOURON, Ingénieur des Arts et Manufactures — Édition 1958.

X - 200 pages, 13,5 × 21 cm, 49 figures, 24 tableaux. Broché (210 g).

LES TRAINS MINIATURE, par GÉO-MOUSSERON — 3e édition 1959.

VIII - 108 pages, 13,5 × 21 cm, 106 figures et 4 pages hors-texte en 7 couleurs. Broché (135 g).

LA CONSTRUCTION DES TRAINS MINIATURE, par GÉO-MOUSSERON — 2e édition 1952.

VI - 120 pages, 15,5 × 24 cm, 118 figures et 2 plans, grandeur d'exécution présentés sous portefeuille. Broché (260 g).

LES MAQUETTES MARITIMES, par GÉO-MOUSSERON — 1959.

VIII - 120 pages, 13,5 × 21 cm, 75 figures. Broché (150 g).

CONSTRUCTION D'AÉROMODÈLES, par J. GUILLEMARD — 1953.

VI - 95 pages, 13,5 × 21 cm, 120 figures. Broché (110 g).

LA RADIOCOMMANDE DES MODÈLES RÉDUITS, par GÉO-MOUSSERON, 3e édition 1958.

VIII - 84 pages. 13,5 × 21 cm, 56 figures. Broché (120 g).

Catalogue général sur demande

MÉTRO : CAUMARTIN

LA MAISON DES TRAINS

SARL au Capital de 55.200 NF

24, Passage du Havre, 24

PARIS (9e)

Téléphone : TRInité 13-42 — C. C. P. 1724-13 PARIS

(A l'entresol, pas en boutique)

Met à la disposition des modélistes son département AVIONS-BATEAUX, dans lequel vous trouverez un choix incomparable de :

BOITES DE CONSTRUCTION D'AVIONS : maquettes volantes et fixes - Planeurs.

MOTEURS A EXPLOSION des meilleures marques.

TOUS LES ACCESSOIRES (hélices, cônes, volants, réservoirs, durite, bougies G. P., condensateurs, piles, poignées pour vol circulaire, câble, palonniers, décalques, pointeaux, cardans, etc.).

TOUS LES CARBURANTS

TÉLÉCOMMANDE : émetteur, récepteur; asservissement piles, etc.

BOITES DE CONSTRUCTION DE BATEAUX maquettes navigantes, maquettes fixes de collection.

TOUTES PIECES DE SUPERSTRUCTURE

Enduits, Peintures mates et brillantes, colle.

Accus et chargeurs.

Moteurs électriques des meilleures marques françaises et étrangères.

Les outils X ACTO, indispensables à la réalisation de vos travaux.

NOS EXCLUSIVITÉS

Documentation BATEAUX-AVIONS Référence M. M.
contre 3 timbres lettre
EXPÉDITION FRANCE ET ÉTRANGER

ENTRÉE LIBRE

A LA SOURCE DES INVENTIONS

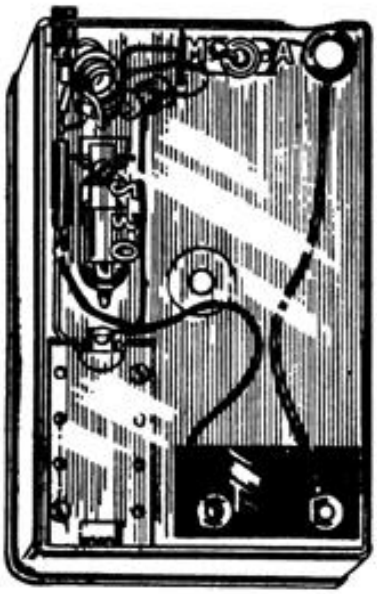
56, BOULEVARD DE STRASBOURG
PARIS (10e) — près de la Gare de l'Est

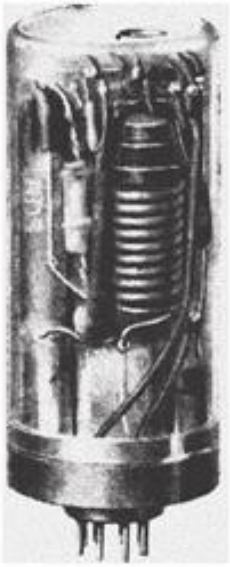
A PLUS ANCIENNE ET LA PLUS IMPORTANTE MAISON DE

MODÈLES RÉDUITS

SPÉCIALISTE DE LA

RADIOCOMMANDE





ÉMETTEUR
45 NF

RÉCEPTEUR
3 LAMPES
AVEC RELAIS
15,50 NF

RELAIS
59,20 NF

Toutes pièces spéciales pour télécommande

SERVOCOMMANDE A 3 POSITIONS
AVEC REMISE A ZÉRO (ligne droite automatique) } **55 NF**

LA DOCUMENTATION DU MODÉLISTE

124 pages
600 photos
contre mandat de

3 NF